Physikalisches Wörterbuch

VI. Band.

Dritte Abtheilung.

Me — My.

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Brandes. Gmelin. Littrow. Muncke. Pfaff.

Sechster Band.

Dritte Abtheilung.

Me — My.

Mit Kupfertafeln XXVII bis XLIII.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1837.

Mechanik.

Mechanica, Mécanique; *Mechanics.*

Die Lehre von dem Gleichgewichte und der Bewegung *der Körper.* Die erste Abtheilung dieser Wissenschaft oder die Lehre vom Gleichgewichte, wird *Statik*, die zweite aber oder die Theorie der Bewegung, wird *Dynamik* genannt. Außerdem unterscheidet man diese Zweige in Beziehung der ihnen zum Grunde liegenden Körper. Für feste Körper jeder Art werden die zwei erwähnten Benennungen, ohne weiteren Zusatz, beibehalten; für tropfbar flüssige Körper wird die Lehre ihres Gleichgewichts *Hydrostatik* und die ihrer Bewegung *Hydrodynamik* genannt, für luftförmige aber oder expansibele bedient man sich der Ausdrücke: *Aërostatik* und *Aërodynamik*, oder *Pneumatik*, und für beide *Aërometrie.* Eine eigene Abtheilung der Mechanik bildet endlich die Lehre von den verschiedenen Instrumenten, die man zur Erzeugung von Bewegungen für verschiedene Zwecke aufgestellt hat, die *Maschinenlehre.*

Nur diese letzte Abtheilung der allgemeinen Mechanik scheinen die Alten bereits näher gekannt und selbst, auf praktischem Wege wenigstens, beträchtlich ausgebildet zu haben; die übrigen Theile aber, die eigentliche Theorie der Wissenschaft, besonders die der Dynamik, ist ihnen größtentheils fremd geblieben, und diese gehört daher den neuern Zeiten an. Daß die Alten, auch ohne diese Theorie, schon sehr sinn- und kunstreiche Instrumente ausgeführt haben, ist uns aus ihren Schriften, vorzüglich aus Vitruv's zehntem Buche bekannt, wo eine große Anzahl sehr zusammengesetzter Maschinen aufgezählt wird, die zu des Verfassers Zeiten und wahrscheinlich auch schon lange vorher allgemein bekannt waren. Die großen Steinmassen und Säulen, welche die Architecten des berühmten Tempels der Diana zu Ephesus, Cte-

Siphon und Metagenes, aus sehr entfernten Steinbrüch holen liefsen; die noch gröfsern Lasten, welche die alten A gyptier zur Errichtung ihrer Pyramiden auf so bedeutende H hen zu bringen wufsten; die colossalen Gebäude der Röm ihre Porticus, Bäder und Wasserleitungen, deren weitgespann Bogen über Flüsse und Thäler wegsetzten, diese und so vie andere Denkmäler des Alterthums sind uns hinlängliche Ze gen, dafs die eigentliche Instrumental-Mechanik schon in fr hen Zeiten zu einer grofsen Vollkommenheit gebracht se mufste, der eigentlichen Maschinen, deren sie sich zu jen Zwecken bedienten, hier nicht zu erwähnen, wie z. B. ihr für Belagerungen bestimmten Katapulten, Skorpionen, Bal sten u. dgl.

Aber so weit sie auch in diesem Zweige der Wisse schaft, der mehr der *praktischen Mechanik* angehört, vorg schritten seyn mochten, in der *Theorie* derselben blieben weit hinter denjenigen Leistungen zurück, durch welche sich in dem Gebiete der mathematischen Speculationen, we che auch die Basis der theoretischen Mechanik bilden, dur ihren oft bewunderungswürdigen Scharfsinn ausgezeichnet h ben. Die Philosophen der Griechen, zu welchen man, weitesten Sinne des Wortes, auch ihre Mathematiker rechn darf, hatten selbst in ihrer schönsten Periode, zur Zeit Plato und Aristoteles, von der gesammten Mechanik, Wissenschaft, nur sehr unvollkommene Begriffe. Erst hu dert und funfzig Jahre nach jener Epoche (250 vor Chr. erschien Archimedes, der erste Geometer seiner und vi leicht aller Zeiten, und lehrte uns den Grund des Gleich wichts am Hebel kennen, wodurch er zugleich die Basis neuen Wissenschaft, der *Statik*, aufstellte. Er zeigte, der Hebel im Gleichgewichte sey, wenn die beiden Gewic desselben sich verkehrt, wie ihre Entfernung vom Ruhepun verhalten. Aus diesem ersten Keime ist später die ganze W senschaft erwachsen, die wir jetzt unter dem Namen der S tik begreifen. Die zwei auf uns gekommenen Werke des A chimedes über diesen Gegenstand führen die Aufschrift: *Aequiponderantibus* und *de Planorum aequilibriis*, und sind zugleich die einzigen, welche wir von den Alten ü die Mechanik überhaupt besitzen. Denn seine Nachfolger ter den Griechen verdienen kaum den Namen seiner C

mentatoren, und die Römer haben, wie überhaupt in der ganzen Mathematik, so auch in diesem Theile ihrer Anwendung, auch nicht einen ausgezeichneten Mann hervorgebracht.

Archimedes begnügte sich aber nicht, bloß den Grund zu der neuen Wissenschaft gelegt zu haben; er suchte sie vielmehr in manchen ihrer Theile weiter auszubilden. Das Princip des durch zwei Kräfte bewegten Hebels führte ihn auch auf die Theorie des Gleichgewichts mehrerer Kräfte unter einander, auf das eines Systems mehrerer körperlichen Puncte, auf das eines größern Körpers von gegebener Gestalt, und dadurch unmittelbar auch auf die Lehre vom *Schwerpuncte der Linien*, Flächen und Körper. Seine Untersuchungen vom Schwerpuncte des Dreiecks, des Trapez und der *Parabel* gehören zu den schönsten dieser Art, die uns aus den älteren Zeiten aufbewahrt worden sind. Ebenso verdankt man ihm die erste Theorie des Flaschenzugs, der Schraube, der schiefen Ebene u. s.

Die Neueren haben dieses Princip des Gleichgewichts am Hebel bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts als die Grundlage der Statik beibehalten, obschon sie an dem Beweise desselben mancherlei zu ändern suchten. Stevin und Galilei, beide im 17. Jahrhundert, suchten den archimedischen Beweis einfacher zu machen; Huygens wollte eine wesentliche Lücke in jenem Beweise ausfüllen[1] und selbst Lagrange[2] hatte noch einige Verbesserungen nachzutragen. Aber, abgesehn von diesem Beweise des Princips der Statik, das, als solches, vielleicht keines eigentlichen Beweises bedarf, erbaute man darauf, als auf einem sicheren Grunde, das Gebäude der Wissenschaft selbst, wie denn auch in der That dieses Princip hinreicht, alle Probleme der Statik aufzulösen. Doch wurde dieses Gebäude nicht eben methodisch errichtet, sondern nur nach und nach in einzelnen Parthien ausgeführt, die man dann erst später in ein systematisches Ganze zu ordnen suchte, ein Verfahren, das wohl in allen Wissenschaften, ihrer Natur und der des menschlichen Geistes gemäß, befolgt werden mußte. Es wird nicht unangemessen seyn, dieses allmälige Fortschrei-

1 Mém. de l'Acad. de Paris 1693.

2 Mécanique analytique. Par. 1811. p. 4. Vergl. Art. *Hebel* Bd. V. S. 160.

ten der Ausbildung dieser Wissenschaft hier kurz verzei
zu finden, um einen neuen Beweis der alten Wahrheit z
halten, dafs die Kenntnisse, deren wir uns jetzt rühmen
nen, sich nur sehr langsam und auf eine Weise entwi
haben, auf die wir nicht eben sehr stolz zu seyn Urs
haben.

I. Kurze Geschichte der Statik.

Eines der ersten Probleme, welches die Geometer n
dem Wiederaufleben der Wissenschaften in Europa beschäftig
war das von der *schiefen Ebene*. STEVIN aus Brügge († 1633)
die erste Auflösung dieses Problems gegeben, aber sie ist
indirecte und von der Theorie des Hebels unabhängige Betrac
tungen gegründet. Er wurde dadurch auf die Bedingung c
Gleichgewichts zwischen drei auf einen einzigen Punct geric
teten Kräften geführt, eine Entdeckung von dem gröfsten G
wichte für die Wissenschaft, da sie unmittelbar das bekan
Parallelogramm der Kräfte in sich schloss. Allein STEVI
erkannte die Wahrheit seines Satzes nur für den speciell
Fall, wo die Richtungen von zweien dieser drei Kräfte auf ei
ander senkrecht stehen, und er bemerkte überhaupt nicht d
Wichtigkeit und grofse Fruchtbarkeit dieses Satzes, der er
späterhin sich zu der Würde eines neuen Princips der Wisser
schaft erhoben hat.

Der berühmte GALILEI († 1642) gründete seine im
1592 erschienene „Statik" auf das neue Princip, dafs die
selbe Kraft erfordert wird, einen Körper auf eine gewiss
Höhe zu bringen, als einen n mal so schweren Körper au
den nten Theil jener Höhe zu erheben. Daraus folgte so-
fort, dafs bei je zwei im Gleichgewichte stehenden Körper
die darauf wirkenden Kräfte sich wie verkehrt die Räume ver-
halten müssen, die sie in gleichen Zeiten zu durchlaufen sich
bestreben. So ist z. B. bei der Schraube, wo die Last um
die Höhe eines Schraubenganges steigt, während die Kraft in
horizontaler Richtung die ganze Peripherie des Kreises durch-
läuft, die Last zur Kraft, wie diese Peripherie zur Höhe je-
nes Schraubenganges.

---

1 Oeuvres mathem. 1605. Lat. von W. SNELL 1608. und die Ausgabe von A. GIRARD. Leid. 1634. IV. T. fol.

Wenige Jahre vor seinem Tode kam GALILEI wieder auf diesen Gegenstand zurück, und leitete den Beweis für die schiefe Ebene aus dem für den Hebel ab, wodurch er die Abhängigkeit beider Probleme von einander zeigte. Er glaubte damit der Wissenschaft einen wesentlichen Dienst erwiesen zu haben, indem er Einheit in sie brachte. Allein er bemerkte nicht, dafs sein bereits erwähntes Princip des Verhältnisses der Kräfte zu den durchlaufenen Räumen viel allgemeiner sey, als jedes der beiden vorhergehenden. Dieses Princip, welches später unter der Benennung des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten bekannt geworden ist, wurde selbst schon ein Jahrhundert früher, von GUIDO UBALDI[1] deutlich ausgesprochen, aber UBALDI schien die Fruchtbarkeit und Wichtigkeit seiner Erfindung nicht zu ahnen, indem er dieselbe nur in dem Gleichgewichte des Hebels und des Flaschenzugs erkannte, aber auf keine derjenigen Maschinen anzuwenden suchte, die in jenen Zeiten den eigentlichen Gegenstand der Statik bildeten, als die Schraube, der Keil, die schiefe Fläche u. s. w. GALILEI zeigte allerdings die Anwendung seines Princips auf die letztgenannten Maschinen, und er betrachtete dasselbe sogar ausdrücklich als ein allgemeines Gesetz der Statik, wie man in seiner „Mechanik" und in dem dritten seiner „Dialogen"[2] sieht. Später benutzte DESCARTES[3] dasselbe von UBALDI oder von GALILEI aufgestellte Princip, um daraus das Gleichgewicht aller damals bekannten einfachen Maschinen zu erklären, aber ohne dabei seiner Vorgänger zu erwähnen, wie er es auch mit dem von SNELLIUS entdeckten Refractionsgesetze gemacht zu haben scheint. Aber auch er scheint die Allgemeinheit dieses Princips keineswegs nach dem ganzen Werthe desselben anerkannt zu haben. Uebrigens mufs bemerkt werden, dafs die Auflösung des Problems von der schiefen Ebene durch GALILEI nur für den Fall gegeben worden ist, wo die Richtung der die Last zurückhaltenden Kraft mit der schiefen Ebene selbst parallel ist; die allgemeine Auflösung, wenn diese Richtung eine willkürliche ist, wurde erst später von ROBERVAL in einer Schrift gegeben, die im J.

---

1 Mecanicorum Liber. Pesaro 1577.

2 Ausgabe von 1655. Bologna.

3 Explication des machines et engines.

1636 in MERSENNE's Harmonie universelle abgedruckt wo
ist. Seit ROBERVAL's Zeiten, der im J. 1675 starb, w
bis zur Entdeckung des Parallelogramms der Kräfte, ni
Wesentliches für die Erweiterung der Statik geleistet.

Es wurde bereits oben gesagt, dafs schon STEVIN di
Entdeckung sehr nahe gekommen war, dafs er aber die W
tigkeit derselben nicht erkannte. Dasselbe läfst sich auch
GALILEI sagen, der bei seiner Erklärung der Bahn, we
schief geworfene Körper im freien Raume beschreiben, w
er sich bereits der Zerlegung der Kräfte bediente, aber o
die Anwendbarkeit dieses Princips auf andere ähnliche Un
suchungen auch nur anzudeuten. VARIGNON[1] († 1722) sch
der erste gewesen zu seyn, der dieses Princip zur Grundl
seiner Mechanik gemacht hat.

Der Beifall, den diese Schrift erhielt, bewog ihn,
Anwendung seines Princips und die grofse Fruchtbarkeit d
selben in einem gröfsern Werke zu zeigen, an welchem
mehr als dreifsig Jahre eifrig gearbeitet hat. Dieses We
erschien drei Jahre nach seinem Tode. Er legte diesem we
läuftigen und durch die Menge seiner oft kleinlichen Bem
kungen nur mühsam zu lesenden Werke noch eine klein
Schrift als Anhang bei, in welcher er über das *Princip*
virtuellen Geschwindigkeiten, das ihm durch JOH. BERNOU
bekannt geworden war, sich unständlich genug zu verbrei
suchte, aber, wie es scheint, ohne den grofsen Werth de
selben gehörig zu schätzen. Dieser Grundsatz der Zerlegu
der Kräfte besteht bekanntlich darin, dafs, wenn zwei Krä
auf einen Punct so wirken, dafs der Punct blofs vermöge d
einen Kraft die eine, und vermöge der andern Kraft die a
dere Seite eines Parallelogramms durchlaufen würde, dies
beiden Kräften eine dritte substituirt werden kann, vermö
welcher der Punct die Diagonale dieses Parallelogramms
derselben Zeit zurücklegt und umgekehrt. Es war leicht, da
was hier von einem Parallelogramm gesagt wurde, auch a
ein Parallelopipedum fortzuführen und so jede gegebene Kr
auf drei andere zu bringen und umgekehrt.

---

1 Projet d'une nouvelle mécanique. Par. 1687.
2 Nouvelle Mécanique. Par. 1725.

Dieser äufserst wichtige Satz war nicht nur, wie bereits erwähnt, dem STEVIN und GALILEI bekannt, sondern selbst die alten Griechen haben ihn gekannt, und bei besondern Gelegenheiten angewendet. Die sogenannten *Quaestiones mechanicae* des ARISTOTELES sind zwar im Allgemeinen von sehr geringem Werthe, wie er denn z. B. die Erscheinungen des Hebels aus den wunderbaren Eigenschaften des Kreises ableiten will, aber dessen ungeachtet wird von ihm das Gesetz der Zerlegung der Kräfte, sowie das von den virtuellen Geschwindigkeiten bereits angegeben, ohne jedoch, wie es scheint, die Wichtigkeit desselben einzusehen. Auch bedienten sich die Geometer desselben Gesetzes zur Beschreibung der krummen Linien, wie ARCHIMEDES für die Spiralen, NICOMEDES für die Muschellinie u. s. w. Auch unter den Neueren hat der bereits erwähnte ROBERVAL, einer der ersten Begründer der Differentialrechnung, seine Methode, Tangenten an krumme Linien zu ziehen, ganz auf dieses Gesetz gebaut. GALILEI aber hat es in seinen berühmten Dialogen zuerst auf die Mechanik angewendet, um dadurch die Bahn der schief gegen den Horizont geworfenen Körper zu bestimmen, sowie endlich VARIGNON es zuerst in die Wissenschaft, als Basis derselben, eingeführt hat.

Die Einfachheit dieses Princips und die Leichtigkeit seiner Anwendung auf alle Probleme des Gleichgewichts verschaffte demselben bald einen allgemeinen Eingang. In der That sind auch alle Abhandlungen, die seit VARIGNON's Schrift erschienen, auf dieses Princip gebauet, die Mechanik des LAGRANGE allein ausgenommen, die übrigens auch beinahe auf jeder Seite davon Gebrauch macht. Man hat es seitdem auf verschiedene Weise zu beweisen gesucht. NEWTON absolvirt die Sache mit wenig Worten in der Einleitung zu seinen Principien, und vielleicht mit Recht, da ein Princip, als solches, keines eigentlichen Beweises bedarf. Allein andere waren der Ansicht, dafs der durch dieses Princip aufgestellte Satz nicht schon an und für sich einleuchte, und daher eines Beweises nicht entbehren könne. DANIEL BERNOULLI gab zuerst einen solchen und zwar einen sehr sinnreichen, aber auch langen und zusammengesetzten[1]. Ihn suchte nachher D'ALEMBERT in

1 Commentarii Soc. Petrop. T. I.

dem ersten Theile seiner Opuscules zu vereinfachen. Di
Darstellung hat man später durch die Sprache der mathema
schen Analysis mannigfaltig auszudrücken gesucht[1].

Erst in den neuern Zeiten hat man die Bemerkung g
macht, dafs das Princip der *virtuellen Geschwindigkeit*
das übrigens, wie bereits gesagt, schon längst bekannt w
nicht nur jene beiden, das vom Hebel und von der Zerlegu
der Kräfte in sich begreife, sondern dafs es zugleich von e
ner Einfachheit der Anwendung und von einer Allgemeinh
der Darstellung sey, deren sich wohl kein anderes zu rühme
im Stande seyn wird. Die Einführung dieses Princips in d
Wissenschaft und, was noch mehr ist, die Errichtung d
ganzen wissenschaftlichen Gebäudes auf dieser Basis verdanke
wir dem berühmten Geometer Lagrange, der dadurch d
Mechanik nicht nur eine neue, sondern auch zugleich d
letzte Gestalt gegeben hat, da es unmöglich scheint, sie noc
allgemeiner und einfacher zugleich zu behandeln. Durch ih
ist die ganze Mechanik im Grunde auf eine einzige Form
zurückgeführt worden, deren blofse Entwickelung, die n
Sache der reinen Analysis ist, die Auflösung aller Problem
erhält, die man in der Mechanik aufstellen kann[2].

Man nennt virtuelle Geschwindigkeit eines Körpers de
Weg, welchen ein im Gleichgewichte befindlicher Körper ver
möge einer auf ihn wirkenden Kraft, im ersten Augenblick
wo dieses Gleichgewicht aufgehoben wird, nach der Richtun
dieser Kraft, beschreiben würde. Das erwähnte Princip de
virtuellen Geschwindigkeit aber besteht darin, dafs, wenn meh
rere Kräfte auf ein wie immer verbundenes System von Kör
pern wirken, in diesem Systeme Gleichgewicht bestehn wird
wenn die Summe der Producte jeder Kraft in seine virtuell
Geschwindigkeit gleich Null ist. Um dieses bildlich darzu
stellen, seyen OX, OY und OZ drei unter sich senkrechte
fixe Gerade, auf welche wir, als auf Coordinatenaxen, alle
übrige Puncte des Raumes auf die den Geometern gewöhnli
che Weise beziehen wollen. Man denke sich mehrere körper-

Fig. 245.

---

1 S. Melanges de la Société de Turin. T. II. Mém. de la Soc. de Par. 1769. Vergl. Poisson Traité de Mécanique u. a.

2 Mécanique analytique par J. L. Lagrange Nouv. edit. Par. 1811.

liche Puncte m, m', m''.. im Raume zerstreut, die auf irgend eine Art, durch Fäden, Stangen u. dgl., mit einander verbunden sind, und deren System, wenn die Entfernungen dieser Puncte unendlich klein angenommen werden, auch irgend einen Körper von gegebener Gestalt vorstellen kann. Auf den ersten dieser Puncte m wirke die Kraft P nach der Richtung mA; auf den zweiten Punct m' die Kraft P' nach m'A'; auf den dritten Punct m'' die Kraft P'' nach der Richtung m'' A'' u. s. w.

Wenn nun, vermöge der Wirkung aller dieser Kräfte P, P', P'' auf das System das Gleichgewicht, in welchem dieses System vor der Wirkung dieser Kräfte gestanden hat, gestört wird, so werden durch diese Störung, die Puncte m, m' m''... des Systems sich, jeder auf seine Weise, zu bewegen anfangen. Nehmen wir an, der erste Punct m bewege sich in dem ersten Augenblicke nach jener Störung durch den kleinen Weg mn, der zweite m' durch den Weg m'n', der dritte m'' durch den Weg m''n'' u. s. w., fället man dann von den Endpuncten n, n', n''.. dieser Wege, in den Ebenen der Linien mA, mn und m'A', m'n' und m''A'', m''n''.. die senkrechten Linien na, n'a', n''a''.. auf die Richtungen mA, m'A', m''A''.... jener Kräfte, so sind die unendlich kleinen Linien

$$ma = dp,\ m'a' = dp',\ m''a'' = dp''..$$

die Projectionen jener Wege mn, m'n', m''n''..... auf die Richtungen der Kräfte oder ma, m'a', m''a''.... sind jene Wege selbst, aber nach den Richtungen dieser Kräfte zerlegt, d. h. nach den oben gegebenen Erklärungen die Gröſsen ma, m'a', m''a''.. oder die Gröſsen dp, d'p', d''p''.... sind die *virtuellen Geschwindigkeiten* der Puncte m, m', m''.... Soll daher, nach dem erwähnten Princip der virtuellen Geschwindigkeiten, das Gleichgewicht dieses Systems durch die Einwirkung der Kräfte P, P', P''.... nicht gestört werden, oder, dieser Wirkung ungeachtet, auch noch ferner bestehen, so muſs der Bedingungsgleichung genug geschehn:

$$Pdp + P'dp' + P''dp'' + \ldots = 0 \ldots (A)$$

und dieser Ausdruck enthält im Grunde die Auflösung aller statischen Probleme.

Man sieht aus dieser kurzen Darstellung die Einfachheit und zugleich die Allgemeinheit des Verfahrens. Eine weitere Auseinandersetzung desselben findet man in der bereits oben

erwähnten Méc. anal. von Lagrange, in einem Werke, vielleicht das erste und vorzüglichste ist, welches das v flossene Jahrhundert (denn nach der ersten Auflage von d. 1788 gehört es noch in dasselbe) hervorgebracht hat, und wahrscheinlich erst unsere Nachfolger vollkommen verste und nach seinem ganzen Werthe würdigen werden.

Man hat seit dem Anfange des 18. Jahrhunderts au wohl noch manches andere Princip der Statik aufgestellt. hat schon TORRICELLI, der Schüler GALILEI's, die Statik a dem Grundsatze abzuleiten gesucht, dafs zwei unter einan der verbundene Gewichte im Gleichgewichte sind, wenn ih Schwerpuncte sich weder auf- noch abwärts bewegen kön nen, woraus sich allerdings die Theorie aller einfachen, un somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Maschinen ab leiten läfst. MAUPERTUIS hat[1] das sogenannte *Gesetz de Ruhe* als Princip der Statik aufgestellt. Dieses Gesetz, da später von L. EULER[2] weiter entwickelt wurde, ist aber au dem Principe der virtuellen Geschwindigkeiten entstanden, m dem es im Grunde identisch ist. Dasselbe ist der Fa mit dem von COURTIVRON[3] gegebenen Princip. LAGRANG selbst hat früher das sogenannte *Princip der kleinsten Wir kung* als Basis der Mechanik angenommen, aber auch darau sofort dieselben Ausdrücke abgeleitet, die eben unmittelba aus dem Principe der virtuellen Geschwindigkeiten gefunde worden sind.

Immer aber bleibt, wie schon oben erwähnt, dem JOHANN BERNOULLI das Verdienst, den Nutzen und die Allgemeinheit dieses Princips der virtuellen Geschwindigkeiten zuerst anerkannt, und dem LAGRANGE das vielleicht noch gröfsere, es auf eine so vorzügliche Weise angewendet, und durch alle Theile der Wissenschaft durchgeführt zu haben. Fortan mufs jedes gute Werk über Mechanik den Weg gehn, de ihm von der Mécanique analytique vorgezeichnet worden ist.

Ehe wir diese allgemeinen Betrachtungen über die Entstehung und allmälige Ausbildung der Statik fester Körper verlassen, wird es angemessen seyn, auch noch einige Worte

---

1 Mém. de Par. 1740.
2 Mém. de la Soc. de Berlin. 1751.
3 Mém. de Paris. 1748. u. 1749.

über die Hydrostatik hinzuzufügen, die einen wesentlichen Theil der allgemeinen Statik ausmacht.

Auch hier verdanken wir dem groſsen Archimedes die ersten Grundlagen dieser Wissenschaft. Sein Werk: *de insidentibus humido* oder, wie Tartalea in seiner verbesserten Ausgabe es nennt, *de iis, quae vehuntur in aqua*, ist eines der schätzbarsten Reste, die wir von dem Alterthume ererbt haben. Er setzt darin voraus, daſs diejenigen Theile einer Flüssigkeit, die einem geringern Drucke ausgesetzt sind, von den stärker gedrückten bewegt, oder aus ihrer Stelle getrieben werden; daſs jeder Theil durch das ganze Gewicht der senkrecht über ihm stehenden Säule der Flüssigkeit gedrückt werde, und daſs endlich jeder aufwärts gedrückte Theil immer nach der Richtung der senkrechten, durch den Schwerpunct dieses Theiles gehenden Linie gedrückt werde. Aus diesen Prämissen zieht er den Schluss, daſs die Oberfläche einer jeden gegen die Erde schweren Flüssigkeit, im Zustande des Gleichgewichts, die Gestalt einer Kugel haben müsse; daſs ein Körper, dessen Gewicht dem eines ebenso groſsen Volumens Wasser gleich ist, ganz in das Wasser versenkt, in jedem Puncte unter der Oberfläche desselben in Ruhe verbleiben werde; daſs im Gegentheile leichtere Körper nur so tief eintauchen, bis der eingetauchte Theil des Körpers ein Volumen des Wassers von gleichem Gewichte mit dem ganzen Körper einnimmt. Er bestimmt dann die Gesetze des Gleichgewichts der auf dem Wasser oder auf jeder Flüssigkeit schwimmenden Körper, und findet, daſs ein Kugelabschnitt eines Körpers, dessen specifisches Gewicht kleiner als das des Wassers ist, sich zu seinem Gleichgewichte immer so stellen wird, daſs die Basis dieses Abschnitts horizontal zu liegen kommt. Er untersucht dann die Gesetze des Gleichgewichts solcher schwimmenden Körper, die durch Umdrehung der Kegelschnitte um geradlinige Axen entstehen und bestimmt diejenigen Fälle, wo diese Konoide auch in einer schiefen Lage im Gleichgewichte schwimmen können, wo sie bloſs in einer senkrechten Stellung schwimmen und wo sie endlich in der Flüssigkeit umstürzen und eine andere Lage annehmen müssen. Alle diese Untersuchungen sind mit seltenem Scharfsinne durchgeführt, und die Neueren, so viel vorzüglicher auch ihre Mittel seyn mögen, haben bisher nur wenig Wesentliches

zu den von ARCHIMEDES aufgestellten Resultaten hinzufügen können.

Seit ARCHIMEDES bis zu STEVIN's Zeiten oder bis gegen den Anfang des 17. Jahrhunderts, erhielt die Hydrostatik keine weitere Bereicherung. Dieser aber entdeckte das bekannte hydrostatische Paradoxon, daſs eine Flüssigkeit einen viel gröſseren Druck, als ihr eigenes Gewicht beträgt, auf den Boden des Gefäſses ausüben kann, in welchem sie eingeschlossen ist.

Dieses führte ihn auf die Bestimmung des Drucks, den das Wasser gegen die verticalen oder schiefen Wände des Gefäſses äuſsert, daſs nämlich der Druck auf eine schiefe Wandebene gleich ist dem Gewichte einer Wassersäule, deren Basis diese Wandebene und deren Höhe gleich der halben Höhe des Gefäſses ist. Indem er darauf seine Untersuchungen auch auf Gefäſse mit krummen Seitenflächen ausdehnte, fand er, daſs der Druck einer jeden schweren Flüssigkeit auf eine krumme Seitenfläche zu seinem Maſse das Gewicht einer Säule dieser Flüssigkeit hat, deren Basis die gedruckte Fläche, und deren Höhe die verticale Distanz des Schwerpunctes dieser Fläche von der Oberfläche der Flüssigkeit ist[1].

Diese Grundsätze sind offenbar von denjenigen, die oben für die Statik der festen Körper aufgestellt wurden, ganz unabhängig. Sie sind zum Theil auf bloſse Erfahrungen gebaut, die man mit den Flüssigkeiten angestellt hat. Die meisten der nachfolgenden Schriftsteller haben dieses Verfahren beibehalten, und so hat sich, bis auf unsere Tage, die Hydrostatik als eine von der Statik selbst gänzlich verschiedene und unabhängige Wissenschaft auszubilden gesucht.

Dessen ungeachtet muſste es immer wünschenswerth bleiben, diese beiden Doctrinen näher mit einander zu verbinden, und sie aus einem und demselben Princip abzuleiten. Die Natur des Gegenstandes selbst zeigte die Möglichkeit und Ausführbarkeit der Unternehmung. Offenbar läſst sich aber von allen den Principien, die wir oben für die Statik der festen Körper angeführt haben, bloſs das der virtuellen Geschwindigkeiten auf die Flüssigkeiten anwenden, da der Hebel, die schiefe Ebene, die Zerlegung der Kräfte u. s. w. den Untersuchungen

1 Hypomnemata Mathematica übers. von WIL. SNELLIUS. Leid. 1608.

flüssiger Körper fremd bleiben müssen. Auch hat Galilei, dem wir gleichsam die erste genauere Kenntniſs des Princips der virtuellen Geschwindigkeit verdanken, dasselbe auch zugleich der erste auf die Hydrostatik anzuwenden gesucht. In seinen Discorsi zeigt er, daſs das Gleichgewicht einer in einem zweiarmigen Heber (*sipho*) eingeschlossenen Flüssigkeit dann statt hat, wenn die Flüssigkeit in beiden Armen gleich hoch steht, aus dem Grunde, weil dann die Momente der Flüssigkeit in beiden Heberarmen gleich groſs sind. Unter Moment versteht er aber das Product der Kraft in die nach der Richtung dieser Kraft zerlegte Geschwindigkeit, d. h. also, die virtuelle Geschwindigkeit. Dasselbe Princip wendet er auch auf das Gleichgewicht der in der Flüssigkeit schwimmenden festen Körper an. Denselben von Galilei zuerst betretenen Weg haben auch seine Nachfolger Descartes und Pascal eingeschlagen, und der letzte hat[1] sich dieses Princips der virtuellen Geschwindigkeiten bedient, um daraus die vorzüglichste Eigenschaft der flüssigen Körper abzuleiten, daſs nämlich jeder Druck, der an irgend einem Puncte der Oberfläche der Flüssigkeit angebracht wird, sich sofort gleichförmig über alle Puncte der Flüssigkeit erstrecke.

Allein diese Versuche waren noch zu unvollkommen, um die allgemeine Ueberzeugung zu erwecken, daſs das ganze Gebäude der Hydrostatik auf diesem Grunde mit Sicherheit errichtet werden könne. Auch wurde der eingeschlagene Weg nicht weiter verfolgt, selbst von denen nicht, die vorzugsweise die Kraft in sich fühlten, dieser Wissenschaft eine neue Gestalt zu geben, oder ihre Grenzen zu erweitern.

Das berühmte Problem von der Gestalt der Erde, dieselbe anfangs als flüssig vorausgesetzt, spielte zu Ende des 17. Jahrhunderts eine groſse Rolle. Dieses Problem bezog sich in letzter Instanz auf die theoretische Bestimmung der Gestalt einer im Gleichgewichte stehenden flüssigen Masse, die heterogen, oder in verschiedenen ihrer Theile von verschiedener Dichtigkeit ist, und deren Theile alle durch gegebene Kräfte afficirt werden.

Um diese Aufgabe aufzulösen, nahm Huygens als Princip des Gleichgewichts die Perpendicularität der Schwere auf

1 Traité de l'équilibre des liqueurs.

der Oberfläche der Flüssigkeit an. NEWTON im Gegentheil ging von der Gleichheit der Gewichte der Centralsäulen de Flüssigkeit aus. Allein BOUGUER zeigte, dafs diese beide Principien zuweilen auf ganz verschiedene Resultate führen und schlofs daraus, dafs man, um die wahre Gestalt eine flüssigen, heterogenen, im Gleichgewichte stehenden Masse z finden, beide Principien vereinigen, von beiden zugleich aus gehen müsse; CLAIRAUT aber lieferte den Beweis, dafs selbs dann, wenn beide Principien zu Hülfe genommen werden, di daraus folgende Gestalt der Flüssigkeit nicht in allen Fälle auch die geforderte Gestalt für das Gleichgewicht seyn müsse MACLAURIN suchte das von NEWTON aufgestellte Princip allge meiner zu machen, indem er annahm, dafs in einer im Gleichge wicht stehenden flüssigen Masse jedes Element auf gleiche Weis von allen geradlinigen Wassersäulen comprimirt werden muf die sich an diesem Elemente, und auf der andern Seite an de Oberfläche des Wassers, oder der Flüssigkeit überhaupt, en digen. CLAIRAUT zeigte, dafs man auch damit nicht zufrie den seyn könne und verallgemeinte das aufgestellte Princi dahin, dafs für den Zustand des Gleichgewichts einer flüss gen, heterogenen Masse die Wirkungen oder Kräfte aller El mente dieser Masse, die in irgend einem sich an der Obe fläche endenden, oder auch in sich selbst wieder zurückke renden Canale eingeschlossen sind, sich gegenseitig aufheb müssen. Auf diesem letzten Wege gelang es auch dem Schar sinne CLAIRAUT's, die wahren Fundamentalgleichungen d Gleichgewichts einer solchen flüssigen Masse aufzustellen u dadurch der Hydrostatik eine neue, wahrhaft wissenschaftl che Gestalt zu geben.

Dieses Princip CLAIRAUT's ist aber blofs eine natürlic Folge des erwähnten Princips eines nach allen Richtung gleichen Drucks eines jeden Elements der Flüssigkeit, und m kann aus diesem ebenso gut und leichter noch, als aus jene die von CLAIRAUT gegebenen Fundamentalgleichungen abl ten, wie zuerst EULER[1] gezeigt hat, und wie es seitdem allen Schriften über Hydrostatik angenommen wird, so d also das *Princip der Gleichheit des Drucks nach allen Ric tungen* bisher als das Grundgesetz der Theorie für das Gleic

1 Mém. de Berlin 1755.

gewicht der Flüssigkeiten angenommen wird. Dieses Princip ist zugleich das einfachste und allgemeinste, welches uns die Erfahrung bei dem im Gleichgewichte stehenden Flüssigkeiten immer gelehrt hat.

Lagrange war es aufbehalten, zu zeigen, daſs dieses Princip nicht unumgänglich nothwendig ist, und daſs man jene Fundamentalgleichungen aus der ganz einfachen Betrachtung der Natur der Flüssigkeit selbst und unmittelbar ableiten kann, indem man nämlich jede Flüssigkeit als eine Masse von sehr losen oder lockeren, von einander unabhängigen Elementen betrachtet, die nach allen Richtungen vollkommen beweglich sind und indem man auf dieselben das oben erwähnte Princip der virtuellen Geschwindigkeiten anwendet. Dadurch wird also die Statik der festen sowohl, als auch der flüssigen Körper aus einem und demselben Princip abgeleitet. Die so lange gewünschte und, wie es scheint, so schwer zu erreichende Gleichförmigkeit der Behandlung beider Theile der Wissenschaft ist hergestellt und fortan nichts weiter mehr, als die Ausbildung der einzelnen Partien derselben zu wünschen, die gröſstentheils Sache der mathematischen Analyse ist, und die eigentliche Wissenschaft der Statik, die nur in sich abgeschlossen ist, nicht unmittelbar angeht.

II. Kurze Geschichte der Dynamik.

Die *Theorie der Bewegung* der Körper, oder die *Dynamik*, ist eine ganz den Neueren angehörende Wissenschaft. Die Alten wuſsten davon nichts, als das sehr einfache und leicht zu findende Gesetz der gleichförmigen, geradlinigen Bewegung, in welcher die zurückgelegten Räume sich wie die Producte aus den Zeiten in die Geschwindigkeiten verhalten. Sie blieb auch bis zum Anfange das 17. Jahrhunderts unbekannt, wo Galilei durch seine Entdeckung der Gesetze des freien Falls den ersten Grundstein zu dem Gebäude legte, dessen Gröſse und Schönheit wir jetzt mit Recht bewundern. Vor ihm hatte man die Körper nur im Zustande der Ruhe oder des Gleichgewichts betrachtet, und Niemand ist es eingefallen, die alltäglichen Erscheinungen, welche uns der Fall der Körper darbietet, einer nähern Untersuchung zu würdigen. Galilei hat als der erste diesen groſsen und wichtigen

Schritt gethan, und dadurch eine neue, an Entdeckungen d interessantesten Art reiche, Bahn gebrochen. Seine En deckung trug er in der Schrift vor: Discorsi e dimonstr zioni matematiche intorno a due nuove scienze, die zuerst i J. 1638 zu Leyden erschien.

Dieses an Umfang kleine, aber an Inhalt sehr wichti Werk verschaffte ihm unter seinen Zeitgenossen, die den ga zen Werth desselben nicht begriffen, lange nicht den Ruhı welchen ihm seine andern glänzenden Entdeckungen an de gestirnten Himmel gebracht hatten, aber die gerechte Nacl welt erkennt es als das höchste unter allen den mannigfaltig Verdiensten, die sich der seltene Mann um die Wissenscha ten erworben hat. Jene, die Entdeckungen der Jupitersmond der Sonnenflecken, der Venusphasen u. s. w. bedurften nur d Fernrohrs und einigen Eifers im Verfolgen der Beobachtu gen; diese aber bedurften einer ganz ungewöhnlichen Auffa sungsgabe und eines nicht gemeinen Scharfsinns, da sie G genstände betrafen, die, obgleich sie alltäglich vor unse Augen liegen, doch allen Philosophen und Naturforschern v ihm gänzlich entgangen waren.

Galilei fand, dafs bei den über der Oberfläche der Er frei fallenden Körpern die Geschwindigkeit wie die Zeit, u dafs der durchlaufene Raum wie das Quadrat der Zeit wäch Er schlofs daraus, dafs die Kraft der Erde, mit welcher s die gegen sie fallenden Körper anzieht, eine constante Kra d. h. eine solche ist, die dem Körper in jedem folgenden A genblicke dasselbe Mafs von Geschwindigkeit mittheilt. Nen man also v die Geschwindigkeit, mit welcher der fallen Körper in der Zeit t den Raum s zurücklegt, so hat man[1]

$$v = 2g.t \text{ und } s = h.t^2,$$

wo g und h constante Gröfsen bezeichnen. Indem Galil diese Ausdrücke durch unmittelbare Experimente mit der N tur verglich, fand er, dafs die Gröfse h gleich g ist, so da man daher für den freien Fall den Körper hat

$$v = 2gt \text{ und } s = gt^2.$$

Man hat gefunden, dafs die Gröfse g oder dafs der Raum, de fallende Körper in der ersten Sexagesimalsecunde eines mit lern Tages zurücklegen, gleich ist

1 Vergl. *Fall.* Bd. IV. S. 1 ff.

$$g = 15.098165 + 0.08175 \text{ Sin.}^2 \varphi \text{ Par. Fufs}$$

oder

$$g = 4.90448 + 0.02645 \text{ Sin.}^2 \varphi \text{ Meter},$$

wo φ die geographische Breite des Beobachtungsorts auf der Oberfläche der Erde bezeichnet[1].

Die vorhergehenden Ausdrücke beziehen sich aber nur erstens auf eine constante Kraft und zweitens auf eine geradlinige Bewegung. Um nun zu sehen, wie man die ähnlichen Ausdrücke auch für eine veränderliche Kraft finden könne, wobei wir vorläufig die geradlinige Bewegung beibehalten, so wollen wir zuerst bemerken, dafs man, wie bereits oben erwähnt wurde, für die gleichförmige Bewegung (deren Geschwindigkeit v constant ist), den Ausdruck hat

$$s = vt \text{ oder } v = \frac{s}{t}.$$

Da man aber, nach den bekannten Grundsätzen der Differentialrechnung, auch jede andere veränderliche Bewegung, während einer unendlich kleinen Zeit, als eine gleichförmige ansehn kann, so wird der letzte Ausdruck auch für jede andere Bewegung gelten, wenn man nur die Zeit, während welcher man sie betrachtet, und also auch den in dieser Zeit durchlaufenen Raum als unendlich klein annimmt, d. h. wenn man statt t und s die Gröfse dt und ds setzt, so dafs man daher allgemein für jede Bewegung den Ausdruck hat

$$v = \frac{ds}{dt} \; . \; . \; (B).$$

Ist daher die Geschwindigkeit eines Körpers veränderlich und im Anfange irgend eines Augenblickes $v = \frac{ds}{dt}$, so wird sie im Anfange des folgenden Augenblickes $v' = v + dv$ oder $v' = \frac{ds}{dt} + d.\frac{ds}{dt}$ seyn, wo wieder dt das als constant angenommene Differential der Zeit bezeichnet.

Der erste Theil dieses Ausdrucks $\frac{ds}{dt} + d.\frac{ds}{dt}$ ist eine Folge der Trägheit des Körpers. Nach dieser allgemeinen Eigenschaft der Körper mufs nämlich jeder derselben, so lange keine äufseren Kräfte auf ihn einwirken, in demjenigen Zustande, der Ruhe oder der Bewegung, verbleiben, in welchem er eben

1 Speciellere Untersuchungen hierüber, s. Art. *Schwere.*

sich befindet. Da nun der hier betrachtete Körper im Anfa
irgend einer unendlich kleinen Zeit $= dt$, der Voraussetz
gemäſs, die Geschwindigkeit $= \frac{ds}{dt}$ hat, so wird er, w
weiter keine äuſsere Einwirkung auf ihn statt hat, auch
Ende dieses Zeittheilchens noch dieselbe Geschwindigkeit
haben, und mittelst dieser Geschwindigkeit sich auch in derselb
geraden Linie fortbewegen, in welcher er schon vorher sich bew
hat. Da aber der Körper am Ende dieses ersten Zeittheilche
nicht bloſs die frühere Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt}$, sondern da er
der That die Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt} + d.\frac{ds}{dt}$ hat, so muſs d
zweite Theil dieses Ausdrucks, da er, eben wegen des
wähnten Princips der Trägheit seine Ursache nicht in d
Körper selbst haben kann, seinen Grund irgend wo auſ
dem Körper haben. Welches nun auch dieses von auſs
kommende, den Körper in seiner Bewegung störende oder
Geschwindigkeit desselben verändernde Ding seyn mag, de
sen Natur wir vielleicht nie ergründen werden, so kann
uns, zu unserm Zwecke, genügen, die Nothwendigkeit d
Existenz desselben in der Veränderung der Geschwindigk
der Körper, in dieser Veränderung selbst, als in ihrer W
kung erkannt zu haben, und diese Wirkung, die wir all
sehen und selbst messen können, für die uns noch unb
kannte Ursache, die wir mit dem Namen *Kraft* bezeichn
wollen, zu substituiren. Auch ist es in der That am ei
fachsten, für das Maſs, das heiſst, für die *Wirkung* dies
Kraft, die Geschwindigkeit anzunehmen, welche von dies
Kraft in einer bestimmten Zeit hervorgebracht wird, d. h. d
Kraft der von ihr erzeugten Geschwindigkeit proportional
setzen, und man wird in der Folge sehn, daſs auch die
Annahme der Natur und unsern Erfahrungen vollkommen g
mäſs ist.

Nach dem so eben Gesagten wird also die augenblicklic
Wirkung einer Kraft gleich $d.\frac{ds}{dt}$ seyn. Es ist aber klar, d
man diese augenblickliche Wirkung einer Kraft desto beträch

lieber annehmen mufs, je gröfser erstens die Intensität dieser Kraft, und je gröfser ferner die Zeit ist, während welcher sie wirkt. Die augenblickliche Wirkung einer Kraft wird sich daher wie das Product ihrer Intensität p in das Element der Zeit dt verhalten, während welcher sie wirkt, oder man wird für diese augenblickliche Wirkung der Kraft, für die wir bereits oben $d.\frac{ds}{dt}$ gefunden haben, auch noch den Ausdruck $p.dt$ erhalten. Setzt man daher beide Ausdrücke einander gleich, so hat man

$$p.dt = d.\frac{ds}{dt}$$

oder auch, da man, wie gesagt, das Element der immer gleichförmig fortgehenden Zeit, oder die Gröfse dt, als constant annimmt,

$$p = \frac{d^2s}{dt^2} \ldots (C).$$

Wir haben demnach, nach diesen Gleichungen, die beiden Ausdrücke

$$v = \frac{ds}{dt} \ldots (B),$$

$$\text{und } p = \frac{d^2s}{dt^2} \text{ oder auch } p = \frac{dv}{dt} \ldots (C),$$

das heifst, in jeder Bewegung ist die *Geschwindigkeit* eines Körpers gleich dem Verhältnisse des Raumes ds, den er in der unendlich kleinen Zeit dt zurücklegt, zu dieser Zeit, und die *Kraft* ist gleich dem Verhältnisse der gleichzeitigen Änderung dieses Raumes zu dem Quadrate dieser Zeit, oder kurz: die Geschwindigkeit ist das erste, und die Kraft ist das zweite Differential des Raumes in Beziehung auf die Zeit.

Diese beiden Ausdrücke enthalten die Auflösung aller Aufgaben, die man über *geradlinige* Bewegung jeder Art geben kann. Sie sind, wie man sieht, aus den beiden Grundsätzen der Mechanik abgeleitet, nach deren erstem jeder Körper, wenn keine äufsere Kraft auf ihn wirkt, in dem Zustande verbleibt, in welchem er sich eben befindet, und nach deren zweitem eine auf den Körper wirkende äufsere Kraft der von ihr hervorgebrachten Geschwindigkeit proportional ist. Man betrachtet diese beiden Principien als ebenso viele Naturgesetze, die

uns durch die Beobachtungen gegeben sind, oder deren Wah
heit für uns durch die Beobachtungen bestätiget wird.

Verbindet man mit diesen beiden Principien, der Tr
heit der Körper und der Proportionalität der Kraft mit der G
schwindigkeit, noch das Princip der Zerlegung der Kräfte,
lassen sich, mittelst der beiden obern gegebenen Gleichung
auch alle Probleme der Mechanik auflösen, die sich auf *krum
linige* Bewegungen beziehn, wodurch die ganze Wissensch
in Inhalt und Form geschlossen wird. Nach diesem letz
Principe verhalten sich nämlich verschiedene Bewegungen,
ein Körper *zu gleicher Zeit* nach mehrern Richtungen
hält, so, dafs der Körper in jedem Augenblicke in demje
gen Puncte des Raumes sich befindet, wo er sich befind
würde, wenn jede dieser Bewegungen einzeln und von d
andern abgesondert, auf ihn gewirkt haben würde. Wenn
so z. B. zwei Kräfte unter einem gegebenen Winkel auf
nen Körper wirken, und wenn er, vermöge der ersten K
allein, die eine, und vermöge der andern Kraft allein,
andere Seite eines Parallelogramms, dessen zwei Seiten je
Winkel einschliefsen, durchlaufen würde, so wird er, verm
ge beider zugleich auf ihn wirkenden Kräfte, die Diagon
des mit diesen beiden Seiten construirten Parallelogramms
schreiben, und ebenso wird er, wenn drei Kräfte zugleich
ihn wirken, die Diagonale des Parallelopipedums besch
ben, dessen Seiten die durch die einzelnen Kräfte erzeug
Wege unter den gegebenen Richtungen bezeichnen. Am e
fachsten und zugleich in allen Fällen genügend ist es, di
Richtungen unter sich senkrecht anzunehmen. Wir wer
weiter unten die weitere Ausführung der hier angezeig
Grundzüge der Wissenschaft mittheilen, nachdem wir die
absichtigte kurze Geschichte derselben vollendet haben werde

Hier bemerken wir zuvörderst, dafs Huygens es war,
zu den ersten Entdeckungen in der Mechanik, zu den
Galilei gefundenen Gesetzen des freien Falles, auch n
die der Centrifugalkraft und der Pendelbewegungen hinzu
fügt, und dadurch gleichsam die Bahn zu der grofsen E
deckung des Gesetzes der allgemeinen Schwere geöffnet
Ueberhaupt scheint es die Bestimmung dieses aufserorden
chen Mannes gewesen zu seyn, die ersten Ideen seines V
gängers Galilei zu vervollkommnen und gleichsam zu verv

ständigen. NEWTON ergriff die von HUYGENS aufgestellten Sätze, und führte sie, vorzüglich durch Hülfe des neuen Infinitesimal-Calcüls, weiter aus, und seine *Principia philos. mathematica*, die zuerst im J. 1687 erschienen, zeigten die neue Wissenschaft schon auf einer Stufe der Vollendung, die seinen Nachfolgern, wenigstens in Beziehung auf den Inhalt und auf die darin angeregten Probleme nur wenig mehr hinzuzufügen übrig liefs; da sich der gröfste Theil von dem, was noch zu wünschen war, mehr auf die Form der Behandlung und auf die Ueberwindung der Schwierigkeiten bezog, welche die mit diesem Probleme verbundene mathematische Analyse darbot.

Schon GALILEI hatte, durch die Oscillationen einer an einer langen Schnur hängenden Kirchenlampe aufmerksam gemacht, die Eigenschaft der Pendelbewegung zu einem Gegenstande seiner besondern Untersuchung gemacht und gefunden, daſs die Länge des Pendels dem Quadrate der Anzahl seiner Schwingungen oder, was dasselbe ist, dem Quadrate der Zeit proportional sey, und er schlug daher dieses Instrument zu einer genauen Messung der Zeit selbst vor. TORRICELLI hatte die Ideen seiner Lehrers, GALILEI, in seiner Schrift: De motu Gravium, weiter ausgebildet, in welcher er auch über den Weg der gegen den Horizont schief geworfenen Körper seine Untersuchungen mittheilte. Allein HUYGENS ging viel weiter, indem er die Bewegung in einer krummen Linie überhaupt zu bestimmen suchte. Zwar beschränkte er seine Untersuchungen nur auf die Bewegungen in einem Kreise, allein die von ihm gefundenen Resultate für den Kreis lassen sich sehr leicht auch auf jede andere krumme Linie ausdehnen, da man dieselbe als die Aufeinanderfolge von unendlich kleinen Kreisbogen betrachten kann, wie er selbst es in seiner Theorie der Evoluten gethan hat. Er fand, dafs die Centrifugalkraft im Kreise gleich ist dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Halbmesser des Kreises, woraus sofort folgte, dafs auch in jeder andern krummen Linie die Centrifugalkraft gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Krümmungshalbmesser der Curven, seyn wird. Eine weitere Betrachtung der Kreisbewegung zeigte ihm auch, dafs die Centrifugalkraft in demselben sich wie der Halbmesser des Kreises und verkehrt, wie das Quadrat der Umlaufszeit des Körpers in dieser

krummen Linie verhalte. Wenn er diese von ihm entde ten Sätze auf die Bewegungen des Mondes um die Erde o auf die der Planeten um die Sonne angewendet hätte, ei Anwendung, die für seinen Scharfsinn keine Schwierigkeit darbieten konnte, so würde er der Entdecker des Gesetzes allgemeinen Schwere geworden seyn.

Allein dieser letzte und gröfste Schritt war seinem Ze genossen, Newton, vorbehalten, der zugleich die Theorie Bewegung in allen ihren Theilen ausgebildet und dadurch Wissenschaft nach allen ihren Richtungen diejenige Gest gegeben hat, die bis in die neuesten Zeiten als die vollko menste beibehalten wurde. Die meisten seiner Nachfolg haben sich damit begnügt, die von ihm in synthetischen, na der Manier der Alten, gehaltenen Methode vorgetragenen Sät in die Sprache der Analysis zu übersetzen, und sie, mit nicht geringen Erweiterungen, durch sogenannte Differenti gleichungen auszudrücken, deren Integration aber oft sehr gro Hindernisse darbietet.

Newton pflegte die Auflösung jedes gegebenen Proble damit zu beginnen, dafs er die Kraft, welche auf einen b wegten Körper wirkt, in zwei andere zerlegte, von welch die eine nach den Tangenten der von diesem Körper beschri benen Curve, und die andere nach der Normale derselben geric tet ist, daher er auch jene die Tangential- und diese die No malkraft nannte. Die Tangentialkraft war sonach blofs b stimmt, die absolute Geschwindigkeit des Körpers zu ände ohne einen Einflufs auf die Aenderung seiner Richtung zu h ben. Sie war gleich dem Differential dieser Geschwindigke dividirt durch das Element der Zeit. Die Normalkraft ab ist, nach dem oben Gesagten, gleich dem Quadrate der G schwindigkeit, dividirt durch den Krümmungshalbmesser d Curve, und diese verändert blofs die Richtung des beweg ten Körpers, ohne auf seine Geschwindigkeit Einflufs au zuüben.

Auf diese Weise hat man seit Newton's Principien al Probleme der Mechanik aufzulösen gesucht, und selbst Euler Mechanik, die im J. 1736 erschien und die als das erste co plete Werk über diese Wissenschaft anzusehn ist, wurde no ganz auf diese Zerlegung der Kräfte nach der Tangente und d Normale der Curven gegründet. Später aber hat man dies

Verfahren gänzlich verlassen, weil sich die Methode der Zerlegung der Kräfte nach drei unter sich senkrechten Coordinaten als viel bequemer zur Auflösung jener Probleme dargeboten hatte. Dadurch hatte man zugleich den doppelten Vortheil erreicht, auch die Bewegungen der Körper in krummen Linien von doppelter Krümmung und auf gegebenen krummen Flächen zu bestimmen und aufserdem alle noch so verwickelte krummlinige Bewegungen auf einfache Bewegungen in geraden Linien, nämlich in eben jenen drei auf einander senkrechten Coordinaten, zurückzuführen. Man hat auch hier, wie sonst so oft, Gelegenheit, sich zu verwundern, dafs eine so klare und einfache Sache erst so spät gefunden wurde. Es scheint, dafs Maclaurin es ist, der diese neue Art der Behandlung der Mechanik zuerst und zwar in seinem Werke „über die Fluxionen" gebraucht hat, das im J. 1742 zu London erschienen ist.

Auf diese Weise hat man eine grofse Menge von Problemen aufgelöst, die sich auf die Bewegung der von gegebenen Kräften getriebenen Körper beziehen, vorausgesetzt, dafs man diese Körper nur als Puncte betrachtete. Auch hat man dieses Verfahren auf ganze Systeme solcher körperlicher Puncte angewendet, die sich unter einander nach einem gegebenen Gesetze anziehn, wie z. B. die Planeten unseres Sonnensystems, deren Bewegung um die Sonne und deren Störungen unter einander man, wenigstens in ihren grofsen Zügen, schon damals zu bestimmen wufste. Selbst die Bewegungen solcher körperlichen Puncte auf gegebenen Flächen, oder in gegebenen Canälen, die Curven von doppelter Krümmung bilden, oder endlich in widerstehenden Mitteln, boten keine andern Schwierigkeiten, als die der Integration der erhaltenen Differentialgleichungen dar, da sich diese äufsern Bedingungen der Bewegung wieder auf blofse einfache und gegebene Kräfte, die auf den bewegten Körper wirken, zurückführen liefsen. Sollte z. B. der Körper auf einer gegebenen Fläche bleiben, so durfte man, um diese Bedingung analytisch auszudrücken, den bereits gegebenen, auf den Körper wirkenden Kräften noch eine neue Kraft hinzufügen, deren Richtung in allen Puncten auf jener Fläche senkrecht steht, und die daher den Körper auf jener Fläche zurückhalten mufs. Ebenso konnte der Widerstand des Mittels, in welchem sich ein Körper bewegen soll,

als eine neue Kraft angesehn werden, die immer in der Ta
gente der Bahn des Körpers liegt, und eine der Bewegu
des Körpers entgegengesetzte Richtung hat, und so fort in
len ähnlichen Fällen, wo überall die Anwendung der v
NEWTON oder auch der von MACLAURIN gegebenen Metho
keine weitere Schwierigkeiten hatte.

Allein ganz anders verhielt sich die Sache, wenn m
diejenigen Bewegungen der Körper bestimmen wollte, die dur
einen gegenseitigen Druck oder Stofs auf einander wirke
entweder unmittelbar oder auch durch Stangen oder Fäde
welche diese Körper unter einander verbinden, kurz, wer
diese Körper auf eine solche Weise zusammenhängen, dafs s
den äufsern, auf sie einwirkenden Kräften nicht mehr frei g
horchen können, sondern auch unter einander wirken, un
durch Druck, Zug oder Stofs die erhaltenen Bewegungen mo
dificiren und mannigfaltig abändern. In diesem Falle sind d
eigentlichen, auf jeden einzelnen Körper des Systems wirke
den Kräfte noch unbekannt, man kann sie daher auch nicl
nach irgend einer Richtung zerlegen und die oben erklär
Methode bleibt unanwendbar.

Unter diesen Problemen erhielt vorzüglich eines, das de
Mittelpuncts des Schwunges (*Centrum oscillationis*) eine A
von Berühmtheit schon seit dem Anfange des 17. Jahrhundert
da die gröfsten Mathematiker jener und der nächstfolgende
Zeit nicht damit zu Stande kommen konnten, und da man
vorzüglich den Bemühungen dieser Männer um die Auflösun
dieses Problems verdankt, dafs die Mechanik so rasche un
grofse Schritte zu ihrer Vollendung gemacht hat.

Wenn eine unbiegsame Linie ohne Masse und Schwere a
ihrem höchsten Puncte befestigt und an ihrem tiefsten Puncte m
einem kleinen Körper, den man als einen körperlichen Pun
ansehen kann, beschwert wird, so hat man das sogenannte *ein
fache Pendel*, dessen Oscillationen blofs von seiner Länge
d. h. von dem Abstande jener beiden äufsersten Puncte de
Pendels abhängen. Wenn aber mehrere schwere Körper od
körperliche Puncte, durch unveränderliche, schwerlose Linie
oder Stangen unter einander verbunden sind, und wenn die
ses System von körperlichen Puncten in einem dieser Punct
an einer fixen, horizontalen Axe befestigt und um diese Ax
in schwingende Bewegung gesetzt wird, so hat man ein *zu*

zusammengesetztes *Pendel*. Bei diesem letzten Pendel schwingt jeder der materiellen Puncte, aus welchem das System besteht, offenbar nicht so, als ob er allein da wäre, sondern diese Puncte hindern und stören sich gegenseitig in ihren Bewegungen. Die der Axe nähern Puncte verlieren einen Theil ihrer natürlichen Bewegung, und theilen sie den entferntern Puncten mit. Es giebt also hier unter den einzelnen Puncten des Systems verloren gegangene und neu gewonnene Bewegungen. Wie es sich aber auch mit diesem Gewinn und Verlust der einzelnen Puncte verhalten mag, so mufs es doch in dem ganzen Systeme irgend einen Punct geben, der durch alle andern Puncte weder Gewinn noch Verlust erhält, d. h. einen so beschaffenen Punct, der um jene Axe, wenn er an sie durch einen schwerlosen Faden befestigt wäre, so oscilliren würde, als wenn er ganz allein da wäre, als ob alle anderen Puncte des Systemes entweder gar nicht existirten oder auch, als ob sie alle in diesem einen Puncte vereinigt wären. Den so beschaffenen Punct nennt man den *Mittelpunct des Schwunges*, und es ist offenbar, dafs man jene die einzelnen Puncte verbindenden Stangen so klein, als man will, also auch unendlich klein, annehmen kann, dafs es also auch in jedem Systeme von körperlichen Puncten, und daher auch in jedem soliden Körper von irgend einer Gestalt einen solchen Mittelpunct des Schwunges geben müsse, den zu finden eben die Aufgabe ist, um die es sich hier handelt.

Der bekannte Geometer MERSENNE, ein Franciscanermönch in Frankreich (geb. 1588, gest. 1648), der sich auch durch seine Untersuchungen über die Cycloide berühmt gemacht hat, war der erste, der die Frage von dem Mittelpuncte des Schwunges anregte. Er gab den Geometern seiner Zeit, wie es damals Sitte war, durch öffentliche Blätter das Problem, die Gröfse eines Körpers von irgend einer Gestalt zu finden, der in einem seiner Puncte aufgehängt, seine Schwingungen in derselben Zeit vollendet, wie ein einfaches Pendel von gegebener Länge. DESCARTES suchte eine Auflösung dieses Problems zu geben. Er kam darüber mit ROBERVAL in einen Streit, der die Auflösung des DESCARTES nicht als richtig anerkannte, und wohl den Weg zeigte, den man gehn soll, um zu dem gewünschten Ziele zu kommen, aber diesen Weg selbst nicht ging, ohne Zweifel, weil die Analysis jener

Zeit zu Untersuchungen dieser Art noch nicht genug ausge bildet war.

Bald darauf versuchte HUYGENS seine Kraft an der schwe ren Aufgabe, von der er sogleich sah, daſs sie ein Problei ganz neuer Art sey, und daher auch ganz andere Hülfsmitt fordere, als die bisher in der Mechanik vorgekommenen Au gaben. Er führte deshalb ein neues Princip in die Mechani ein, nach welchem bei einem Systeme von unter einander ver bundenen körperlichen Puncten das Herabsteigen des Schwer punctes des Systems gleich groſs ist mit dem darauf folgende Aufsteigen des Schwerpunctes, wenn bei dem Aufsteigen dies körperlichen Puncte sich von einander trennen, und jeder fü sich aufsteigen würde. Man verstand anfangs dieses Princi nicht hinlänglich, und es fehlte auch nicht an kleinen Fehden, die sich HUYGENS dadurch zugezogen hatte, die ihn abe in seinen Behauptungen nicht irre machten. Später drückt man diesen Grundsatz auf eine einfachere Weise aus und i dieser Gestalt bildet er jetzt den berühmten Satz, den man i der Mechanik das Princip der Erhaltung der lebendigen Kraf (*principe de la conservation des forces vives*) zu nenne pflegt. Man ist nämlich dahin übereingekommen, das Produc der Masse eines Körpers in das Quadrat seiner Geschwindigkeit, die *lebendige Kraft* des Körpers zu nennen, und HUYGENS Princip kann daher auch so ausgedrückt werden. Be der Bewegung der durch die Schwere getriebenen Körper is die lebendige Kraft derselben in jedem Augenblicke unveränderlich dieselbe, diese Körper mögen unter einander auf irgend eine Art verbunden seyn oder sie mögen frei, jeder fü sich, durch dieselbe Höhe fallen. Man hat lange Zeit diese Satz nicht sowohl als ein Princip, da er wohl eines Beweises bedürfte, sondern als ein Theorem der Mechanik betrachtet, aber nachdem LEIBNITZ und JOHANN BERNOULLI einmal die lebendigen Kräfte in ihre Theorie der Mechanik eingeführt hatten, sahen sie, daſs dieser Satz eigentlich ein allgemeines Naturgesetz ist, nach welchem, bei jeder Bewegung, die durch gegebene äuſsere Kräfte hervorgebracht wird, die Summe de lebendigen Kräfte der einzelnen körperlichen Puncte eines Systems bloſs von jenen äuſsern Kräften, keineswegs aber von der Verbindung jener Puncte unter sich, abhängt, und daſs daher auch bei einem Systeme, auf welches bloſs die Schwere

sieht, die lebendige Kraft dieselbe bleiben wird, die einzelnen Puncte des Systems mögen unter sich auf irgend eine Art oder auch gar nicht verbunden seyn.

Huygens fand auf diese Weise, dafs der Mittelpunct des Schwunges eines Systems von körperlichen Puncten, das um eine horizontale Axe rotirt, in einer durch den Schwerpunct desselben auf die Axe senkrecht gehenden Linie liegt, und dafs die Entfernung dieses Mittelpunctes des Schwunges von der Axe gleich ist der Summe der Producte aller Gewichte der körperlichen Puncte in die Quadrate ihrer Abstände von der Axe, dividirt durch die Summe der Producte dieser Gewichte in ihre Abstände. Nennt man also $p, p', p'' \ldots$ die Gewichte der einzelnen körperlichen Massen, aus welchen das System besteht, und $a, a', a'' \ldots$ ihre Abstände von der Rotationsaxe, so ist die Entfernung R des Mittelpunctes des Schwunges des Systems von jener Axe, oder so ist die Länge des einfachen Pendels, welches seine Schwingungen in derselben Zeit mit jenem Systeme vollendet

$$R = \frac{a^2 p + a'^2 p' + a''^2 p'' + \ldots}{a p + a' p' + a'' p'' + \ldots}$$

und daraus kann man nun leicht, durch das bekannte Verfahren der Differentialrechnung, den Mittelpunct des Schwunges für alle gerade und krumme Flächen, so wie auch für jedem Körper von gegebener Gestalt bestimmen.

Diese Theorie hat Huygens in seinem Werke: *Horologium oscillatorium* vorgetragen, und mit vielen scharfsinnigen Bemerkungen begleitet. Sie würde nichts zu wünschen übrig gelassen haben, wenn er das dieser Theorie zum Grunde gelegte Theorem, das er als Princip annahm, auch bewiesen hätte. Einige Zeit darauf, im Jahre 1681, erschien eine Kritik dieser Theorie in dem Pariser Journal des Savans, auf die Huygens selbst nur kurz und ungenügend antwortete, die aber dem berühmten Jacob Bernoulli Gelegenheit gab, der Sache weiter nachzudenken, und die Auflösung jenes Problems aus den ersten Gründen der Dynamik abzuleiten. Er betrachtete zuerst einem gewöhnlichen Hebel mit zwei gleichen Gewichten an seinen Endpuncten beschwert, von denen aber das einer näher an dem Unterstützungspuncte steht, als das andere. Dieser Hebel mufs sich also um seinen Ruhepunct drehn. Bei dieser Drehung ist aber die Geschwindigkeit des ersten Ge-

wichts offenbar kleiner, und die des zweiten Punctes gröſser als diejenige Geschwindigkeit, welche jedes dieser Gewichte in einer ganz freien Bewegung beschreiben würde. Das erste, dem Ruhepuncte nähere Gewicht, hat etwas von seiner ursprünglichen Geschwindigkeit verloren, während das zweite gewonnen hat, und da dieser gegenseitige Austausch der Geschwindigkeiten durch das Mittel eines um einen fixen Punct beweglichen Hebels statt hatte, so muſs dieser Austausch nach dem bekannten Gesetze des Gleichgewichts am Hebel statt gehabt haben, so also, daſs der Verlust des ersten Gewichts zu dem Gewinn des zweiten sich verhält, wie sich verkehrt die Entfernungen dieser zwei Gewichte von dem Ruhepuncte ihres Hebels verhalten. Daraus und aus der Betrachtung, daſs die wahren Geschwindigkeiten dieser zwei Gewichte sich wie ihre Entfernungen vom Ruhepuncte verhalten müssen, konnte Bernoulli sehr leicht diese Geschwindigkeiten selbst, und dadurch die Bewegung des ganzen Pendels bestimmen.

Dieses ist in Wahrheit der erste streng wissenschaftliche Schritt zur Auflösung jenes Problems von dem Mittelpuncte des Schwunges. Die Idee, welche demselben zum Grunde liegt, ist eben so einfach als sinnreich. Aber Jacob Bernoulli verfiel bei der Auflösung in einen Irrthum, indem er die endlichen Geschwindigkeiten der beiden Gewichte mit den accelerirenden Kräften verwechselte, durch welche jene Geschwindigkeiten hervorgebracht werden. Der Marquis de l'Hopital bemerkte und verbesserte diesen Fehler im Jahr 1690, dadurch wurde Jacob Bernoulli noch einmal auf seine frühern Untersuchungen zurückgeführt und nun gab er die erste directe und strenge Auflösung des erwähnten Problems, eine Auflösung, die in der Geschichte der Dynamik sehr wichtig ist, da sie eigentlich der Keim derjenigen Methoden genannt werden kann, die späterhin d'Alembert mit so viel Glück in die Wissenschaft eingeführt hat. Jacob Bernoulli trug sie zuerst bloſs in ihren Hauptzügen vor[1], gab sie aber später völlig ausgebildet[2]. Er betrachtet hier zuerst neben der äuſseren, auf den Hebel wirkenden Kraft der Schwere noch andere, aus der Gegenwirkung der Gewichte entspringende

1 Acta Erud. Lips. Ann. 1691.
2 Mém. de l'Acad. de Par. 1703.

Kräfte, die sich aber unter einander das Gleichgewicht halten, und die daher, wenn sie allein auf den Hebel wirkten, denselben nicht in Bewegung setzen würden; dadurch wurde das schwere und bisher rein dynamische Problem auf die Statik zurückgeführt, und es war fortan bloſs Sache der mathematischen Analyse, die auf diese Weise erhaltenen Differentialausdrücke durch die Integralrechnung auf ihre endlichen Ausdrücke zu bringen. Bald darauf erhielt man noch andere Auflösungen desselben Problems von Johann Bernoulli, Taylor, Hermann u. s. w., die aber im Grunde nichts Neues mehr enthielten, und zur Erweiterung der Wissenschaft keinen wesentlichen Beitrag lieferten. Euler trug denselben Gegenstand mit vielen Erläuterungen und Erweiterungen im siebenten Bande der älteren Commentationen der Acad. von Petersburg vor.

Nachdem einmal die Schwierigkeiten überwunden waren, welche dieses Problem dargeboten hatte, so wurde eine groſse Menge anderer, in dasselbe Feld gehörender Aufgaben behandelt, und bald nach Huygens, bald nach Jac. Bernoulli's Methode glücklich aufgelöset. Früher konnte man nur die Bewegungen einzelner, unter sich unverbundener körperlicher Puncte, auf welche gegebene äuſsere Kräfte wirken, bestimmen, von da an aber war man im Stande, auch die Bewegungen eines Systems von Puncten zu berechnen, die auf irgend eine Art, durch Stangen, Ringe, Schnur u. s. w. unter sich verbunden waren, und durch diese Verbindungen selbst gleichsam neue Kräfte erzeugten, die als Zug oder Stoſs betrachtet wurden, und da die Abstände dieser Puncte unter sich selbst von irgend einer beliebigen Gröſse, also auch unendlich klein genommen werden konnten, so war dadurch auch der Weg gegeben, die Bewegung irgend eines endlichen Körpers von bestimmter Gestalt zu bestimmen, indem man nämlich diesen Körper als System von unendlich vielen und unendlich kleinen körperlichen Puncten annahm, und die bisher erhaltenen analytischen Ausdrücke dem Geiste der Integralrechnung gemäſs betrachtete.

Seit der Epoche, welche Jac. Bernoulli's Auflösung des erwähnten Problems in der Wissenschaft hervorgebracht hat, bis zu der eigentlichen Ausbildung der jener Auflösung zum Grunde liegenden Idee durch d'Alembert, d. h. von dem

Jahre 1691 bis 1743 erschienen zwei Hauptwerke, welc
die bisherigen Bemühungen der einzelnen Geometer samme
ten, ordneten und sie in ein wissenschaftliches System z
bringen suchten. Das erste ist die *Phoronomie* von *Herma*
die 1716 zu Petersburg heraus kam und in welcher die ge
sammte Statik und Dynamik der festen und flüssigen Körp
mit viel Talent und Sachkenntnifs, aber nicht mit der nöth
gen Deutlichkeit abgehandelt ist. Der Verfasser wählte nac
dem Beispiele NEWTON's, die synthetische Darstellung, ob
schon er die in seinem Werke enthaltenen Theoreme höch
wahrscheinlich auf dem analytischen Wege gefunden hatt
Auch war die Wissenschaft in allen ihren Theilen noch nicl
hinlänglich ausgebildet, um schon zu jener Zeit in ein voll
ständiges System gebracht zu werden, und die geistige Kraf
des Verfassers schien einer so grofsen Unternehmung nicht ge
wachsen. Das zweite hier zu erwähnende Werk ist die *Me
chanica seu motus scientia* von EULER, die 1736 zu Peters
burg erschien. Diese Schrift enthält in zwei starken Quart
bänden die ganze Theorie der Bewegung eines isolirten kör
perlichen Punctes im leeren Raume sowohl, als auch in wi
derstehenden Mitteln. EULER wählte bei seiner Darstellun
durchaus die analytische Methode, in welcher er selbst ein s
grofser, ja bisher noch von keinem seiner Nachfolger über
troffener Meister war. Uebrigens behielt er in diesem Werke
wie schon oben erwähnt, die ältere Zerlegung der Kräfte i
Tangential- und Normalkräfte bei, obschon er gegen das End
seiner Schrift auch bereits die Zerlegung nach den drei Coor
dinaten, die MACLAURIN zuerst gebraucht hat, einzuführe
sucht. Ein anderes Werk desselben Verfassers, die *Theori
motus corporum solidorum*[1], gehört in eine spätere Periode
und behandelt, wie schon sein Titel sagt, die Bewegung de
Körper von irgend einer Gestalt, also diejenigen Probleme
zu deren Auflösung HUYGENS und JAC. BERNOULLI zuerst den
Weg gezeigt haben. Viele andere Aufsätze EULER's in der
Memoiren von Berlin und Peterburg beschäftigen sich mit ähn-
lichen Aufgaben, wie denn überhaupt die vorzüglichsten Geo-
meter jener Zeit diese neuen Aufgaben zum Gegenstande ihre
Untersuchungen machten, in welchen man den Stofs der Kör-

1 Erschien zu Greifswalde 1765.

per unter einander oder die Bewegung eines Systems von Körpern zu bestimmen suchte, die durch unveränderliche oder elastische Fäden und Stangen verbunden sind, oder die an solchen Fäden und Ringen frei auf und ab gleiten und sich überdiefs noch auf gegebenen Curven oder Flächen bewegen. Man findet diese Arbeiten der Bernoulli's, Clairaut's, Euler's u. s. w. in den ersten Bänden der Petersburger Memoiren, in den Mém. de Berlin von 1745 und de Paris von 1741, 1742 und 1747, in den gesammelten Werken von Johann Bernoulli und in den *Opusculis* von Euler. Beinahe alle diese Auflösungen wurden auf das oben erwähnte Princip von Huygens gebaut, aber da dasselbe im Grunde nur eine einzige Gleichung giebt, so mufste man die noch übrigen durch besondere Betrachtungen finden, die aus der Natur der Aufgabe selbst hervorgehn sollten, wozu meistens ein nicht gewöhnlicher Scharfsinn erforderlich war, daher diese Angelegenheit auch gleichsam das Eigenthum der gröfsten Geometer jener Zeit blieb, und wahrscheinlich auch geblieben wäre, wenn nicht endlich eine glückliche und sinnreiche Idee d'Alembert's allen diesen vagen Versuchen ein Ziel gesetzt und Licht und Ordnung in eine bisher so dunkle Sache gebracht hatte.

Es wurde bereits oben bemerkt, dafs das Princip, dessen sich Jacob Bernoulli zur Auflösung des Problems von dem Mittelpuncte des Schwunges bediente, diese eigentlich dynamische Frage auf eine blofs statische Aufgabe zurückgeführt hat. Aber d'Alembert war es, der den ganzen Werth und die Allgemeinheit dieses Princips übersah, der es zuerst in die Mechanik einführte und ihm zugleich alle die Einfachheit und Fruchtbarkeit, deren es fähig ist, zu geben verstand.

Denken wir uns ein System von körperlichen Puncten, die auf irgend eine Weise unter einander verbunden sind und auf deren jeden gegebene Kräfte nach bestimmten Richtungen wirken. Diese Kräfte wird man erstlich mittelst des bekannten Princips der Zerlegung der Kräfte auf drei unter sich senkrechte und mit den drei Coordinatenaxen des Systems parallele Kräfte zurückführen, nach der von Maclaurin eingeführten Methode, wodurch die Aufgabe bereits beträchtlich vereinfacht wird, da man jetzt nur drei Kräfte zu untersuchen hat, deren jede in einer unveränderlichen Richtung wirkt,

und da diese drei Richtungen die einfachsten ihrer Art, n
lich unter einander senkrecht sind. Wenn nun diese
Kräfte auf die Körper des Systems wirken, so wird jeder
ser Körper, wenn er allein da wäre und sich frei bewe
könnte, dem Impulse der auf ihn einwirkenden Kräfte fol
und die Bewegung desselben würde, ohne andere Schwie
keiten, als die der Integralrechnung, durch die früher gef
denen Methoden bestimmt werden können. Allein nach
Voraussetzung sind diese Körper des Systems nicht isolirt, s
dern sie sind durch Fäden, Stangen oder durch ihre eige
Anziehungen unter einander verbunden, und dadurch wird
freie Bewegung eines jeden dieser Körper gehemmt und
ändert. Welches nun aber auch diese Aenderung seyn m
die jeder Körper des Systems in seiner Bewegung durch je
Hindernisse erfährt, so ist doch klar, dafs man die freie I
wegung eines jeden dieser Körper (d. h. diejenige, welche
haben würde, wenn jene Hindernisse nicht da wären), in zw
andere zerlegen könne, nämlich erstens in diejenige, wel
der Körper unter den gegebenen Bedingungen oder Hind
nissen in der That hat, und zweitens in diejenige, die du
diese Hindernisse aufgehoben oder verloren gegangen si
Diese letztern Kräfte aber müssen offenbar der Art seyn, d
das System, wenn blofs die verlornen Kräfte auf dasselbe w
ken, im Gleichgewichte bleiben wird.

Dieses ist das Princip D'ALEMBERT's, endlich alle Probl
me der Dynamik auf die Statik, wodurch alle Aufgaben üb
Bewegung auf die über das Gleichgewicht der Körper zurüc
geführt werden, und welches von D'ALEMBERT in sein
Traité de Dynamique im J. 1743 bekannt gemacht ist.

Um dieses Princip durch eine bildliche Darstellung det
lich zu machen, sey m die Masse eines der körperlich
Puncte des Systems, und udt die Geschwindigkeit, welc
er, wenn er ganz frei wäre, während der unendlich klein
Zeit dt von der auf ihn wirkenden Kraft erhalten würd
Nennen wir ebenso qdt den Zuwachs der Geschwindigke
den dieser Körper, während derselben Zeit dt, vermöge d
oben erwähnten Hindernisse der andern Körper in der Th
erhält. Die Richtungen dieser beiden Geschwindigkeiten we
den im Allgemeinen verschieden seyn. Man wird daher,
sich die accelerirenden Kräfte wie ihre Geschwindigkeiten ve

haben (nach der oben angeführten Gleichung C), auch die erste dieser Geschwindigkeiten oder $u\,dt$ in zwei andere zerlegen können, von welchen die eine die in der That statt habende Geschwindigkeit $q\,dt$ ist, während wir die andere durch $p\,dt$ bezeichnen wollen. Die auf den Körper wirkende bewegende Kraft wird das Product $m\,u$ zum Maſse haben, während die zu den beiden andern Geschwindigkeiten $q\,dt$ und $p\,dt$ zu ihren Maſsen die Gröſsen $m\,q$ und $m\,p$ haben werden. Bezeichnet man daher die Diagonale eines Parallelogramms durch $m\,u$, und die beiden Seiten desselben durch $m\,q$ und $m\,p$, so wird die gegebene Kraft $m\,u$, die nach ihrer ganzen Stärke auf den Körper, wenn er frei wäre, wirken würde, als die mittlere oder resultirende Kraft von zwei andern Seitenkräften $m\,q$ und $m\,p$ betrachtet werden können, von welchen die erste $m\,q$ die unter den gegebenen Hindernissen wirklich statt habende Geschwindigkeit des Körpers erzeugt, während die andere $m\,p$ die durch diese Hindernisse aufgehobene oder verlorene Kraft darstellt. Fig. 246.

Bezeichnen wir dieselben Gröſsen für einen zweiten Körper des Systems durch m', u', p', q', und für einen dritten durch m'', u'', p'', q'' u. s. w. Welches auch die Anzahl dieser Körper und welches auch die Art ihrer Verbindung unter einander seyn mag, so werden doch alle die verlornen Kräfte $m\,p$, $m'p'$, $m''p''$.... unter einander im Gleichgewichte stehn müssen, denn wenn dieses nicht der Fall wäre, so würden diese Kräfte während der Zeit dt gewisse, unendlich kleine Geschwindigkeiten in ihren Körpern erzeugen, und dann könnten die Gröſsen $q\,dt$, $q'dt$, $q''dt$.... nicht mehr diejenigen Geschwindigkeiten seyn, die, nach der Voraussetzung unter den gegebenen Hindernissen in der That statt finden.

Statt der Kräfte $m\,p$, $m'p'$, $m''p''$..... wird man übrigens, in den Gleichungen des Gleichgewichtes, auch die Gröſsen $m\,p\,dt$, $m'p'dt$, $m''p''dt$..... setzen können, da diese jenen proportionirt sind, wo $p\,dt$ (nach der vorhergehenden Gleichung C) die unendlich kleine Geschwindigkeit bezeichnet, die der Körper in der Zeit dt erhält, und auf diese Weise hat auch d'Alembert die Sache dargestellt.

Man sieht, daſs diese Methode zwar nicht unmittelbar diejenigen Gleichungen giebt, die zur Auflösung der dynamischen Probleme nothwendig sind, sondern daſs sie uns nur

lehrt, diese Gleichungen aus den Bedingungen des Gleich
wichts abzuleiten. Wenn man nämlich das von d'Alemb
gezeigte Verfahren mit dem bekannten Princip der Zerleg
der Kräfte verbindet, so kann man für alle Fälle die ein
jeden dynamischen Probleme zur Auflösung desselben nöt
gen Gleichungen entwickeln. Jedoch ist öfter die Bestimm
der verlornen Kräfte sowohl, als auch die der Gesetze
Gleichgewichts unter diesen Kräften mit besondern Schwie
keiten verbunden.

Diese Schwierigkeiten kann man aber umgehn, wenn n
unmittelbar die Gleichung des Gleichgewichts zwischen
auf das System wirkenden Kräften und zwischen den von
nen hervorgebrachten Bewegungen aufstellt, aber die letz
in entgegengesetzter Richtung genommen. Denn wenn n
jedem Körper des Systems eine Bewegung mittheilt, wel
derjenigen, die er unter den gegebenen Verhältnissen in
That annehmen mufs, gleich und entgegengesetzt ist, so m
das System offenbar auch in Ruhe oder im Gleichgewic
bleiben.

Diese, übrigens scheinbar nur geringe Abänderung
von d'Alembert gelehrten Verfahrens macht dasselbe
leichter und einfacher.

Um auch dieses durch unsere bildliche Darstellung
schaulich zu machen, so haben wir oben die Gröfse mu
die Resultante der zwei Seitenkräfte mq und mp betrach
Allein daraus folgt unmittelbar, dafs man auch jede di
zwei Seitenkräfte, zum Beispiel mp, als die Resultante
mu und von der andern Kraft mq ansehn kann, vorausgese
dafs man diese letzte Kraft mq in einer ihr entgegengesetz
Richtung nimmt, wie dieses die Zeichnung angiebt. Ind
man also statt jeder verlornen Kraft mp, m'p', m''p''.....
zwei Seitenkräfte substituirt, von welchen die verlorne K
die Resultante ist, so läfst sich das Verfahren d'Alember
auf folgende Weise ausdrücken: „*In jedem in Bewegung
griffenen Systeme von körperlichen Puncten, auf welche
gebene Kräfte wirken, hat stets ein Gleichgewicht statt z
schen diesen gegebenen Kräften* mu, m'u', m''u''....
zwischen denjenigen Kräften mq, m'q', m''q''..., *welche
in der That statt habenden Geschwindigkeiten dieser Kör
erzeugen, wenn man nur die letzten Kräfte negativ nimn*

— Statt der ersten Kräfte kann man die ihnen proportionellen Gröfsen m u d t, m′u′d t, m″ u″ d t.. und statt der zweiten Kräfte ebenso die Gröfsen m q d t, m′q′d t, m″q″d t... substituiren, wenn man nur den Geschwindigkeiten q, q′, q″... die entgegengesetzte Richtung giebt, oder sie negativ nimmt, während man die Zeichen der Geschwindigkeiten u, u′, u″... ungeändert läfst.

Dieses Verfahren hat den Vortheil, unmittelbar zu den Gleichungen zwischen den unbekannten Gröfsen q, q′, q″.... und zwischen den gegebenen Gröfsen u, u′, u″.... des Problems zu führen. Diese Gleichungen nämlich werden unmittelbar folgen sowohl aus den Bedingungen des Gleichgewichts überhaupt, als auch aus den gegebenen Verbindungen, die zwischen den einzelnen Körpern des Systems statt haben sollen, und die Anzahl dieser Gleichungen wird stets ebenso grofs seyn, als die Anzahl der Coordinaten der gegebenen Körper des Systems, das heifst also ebenso grofs, als die Anzahl der nach den Richtungen der drei Coordinatenaxen zerlegten Seitenkräfte m q d t, m′q′d t, m″q″d t.., so dafs man also, mittelst dieser Gleichungen ihre unbekannten Gröfsen, oder die augenblicklichen Geschwindigkeiten q, q′, q″.... jedes einzelnen Körpers, ihrer Gröfse und ihrer Richtung nach, durch diese Gleichungen kennen lernen wird, und darin besteht eigentlich die Auflösung eines jeden dynamischen Problems. Diese Gleichungen, deren Anzahl also dreimal gröfser ist, als die Anzahl der in dem Systeme enthaltenen Körper, werden, ihrer Natur nach, Differentialgleichungen der zweiten Ordnung seyn, und um aus den in ihnen enthaltenen unendlich kleinen Aenderungen der Geschwindigkeiten zu den wahren Geschwindigkeiten, und zu den drei Coordinaten eines jeden dieser Körper, in Functionen der Zeit überzugehn, d. h. um durch jene Differentialgleichungen sowohl den Ort eines jeden Körpers dieses Systems, als auch die Geschwindigkeit desselben für irgend eine gegebene Zeit t zu bestimmen, wird man die Integralrechnung zu Hülfe rufen, so dafs demnach dieser letzte Theil der Auflösung jener Probleme der mathematischen Analyse anheim fällt, und dafs durch die Aufstellung jener Differentialgleichungen das eigentliche Geschäft der Mechanik geendet ist.

Dieses Verfahren gewährt noch einen andern wichtigen

Vortheil, der hier ausdrücklich erwähnt werden muſs. Wenn
nämlich durch dieselben Gleichungen die Kräfte mq, m′q′, m″q
einmal bestimmt hat, so wird man sie nur wieder neg
nehmen, oder ihre alten Richtungen wieder herstellen, und
als eine der Seitenkräfte der mittlern Kräfte mu, m′u′, m″u
ansehn. Dadurch erhält man die andere der Seitenk
mp, m′p′, m″p″.... eines jeden einzelnen Körpers, d.h.
erhält die für jeden dieser Körper verlornen Kräfte, und d
sind es, durch welche man die Spannung der Fäden,
Druck der Stangen u. s. w., durch welche jene Körper v
bunden sind, so wie auch den Druck bestimmen wird, w
chen diese Körper gegen die krummen Linien oder gegen
Flächen ausüben, auf welchen sie, während ihrer Bewegu
zu bleiben gezwungen seyn sollen.

Noch war ein wichtiger Schritt übrig, der aber, so le
er auch jetzt erscheinen mag, erst spät gelang, und welc
zu thun einem der gröſsten Geometer vorbehalten blieb.
Statik wurde, wie wir oben gesehn haben, mittelst des P
cips der virtuellen Geschwindigkeiten, auf eine einzige F
mel zurückgeführt, in welcher die Auflösung aller Probl
enthalten war, die in dieser Wissenschaft aufgestellt wer
konnten. Dasselbe war auch für die Dynamik zu wünsch
und der Wunsch schien um so leichter befriedigt werden
können, da schon d'Alembert die sämmtlichen Probleme
Dynamik auf die der Statik zurückgebracht hatte. Dessen
geachtet verfloſs noch nahe ein halbes Jahrhundert, bis a
dieser Schritt gethan wurde. D'Alembert machte seine M
thode im J. 1743 bekannt und die erste Ausgabe der Méca
que analytique von Lagrange, in welcher die Wissensc
diese letzte Vollendung erhielt, erschien im Jahr 1788.
diesem Werke ist die Statik sowohl, als auch die Dynam
mit Hülfe des oben erwähnten Princips der virtuellen G
schwindigkeiten, verbunden mit dem von d'Alembert ge
benen Verfahren, auf eine einzige Formel zurückgeführt w
den, so daſs die Auflösung eines jeden nur möglichen P
blems der Mechanik bloſs in der Entwickelung dieser For
für den speciellen Fall einer jeden Aufgabe besteht.

Fügen wir, wie es bereits bei der Statik geschehn
auch der vorhergehenden kurzen Geschichte der Dynamik
festen Körper das Vorzüglichste über die Entstehung und A

bildung der Lehre von der Bewegung der Flüssigkeiten oder der *Hydrodynamik* hinzu.

In der Hydrostatik oder in der Lehre vom Gleichgewichte der Flüssigkeiten hat man sich gröſstentheils nur auf die Leitung der Gewässer zum Betriebe verschiedener Maschinen oder zu andern Zwecken des bürgerlichen Lebens beschränkt, und es scheint, daſs die Alten in dieser Kunst wenigstens ebensoweit gekommen sind, als ihre heutigen Nachfolger. Auf jeden Fall sind die Nachrichten, welche sich von ihren hydraulischen Vorrichtungen in den Schriften der Alten erhalten haben, und von welchen wir noch mehrere Denkmäler sehn, der Art, daſs sie unsere Bewunderung im hohen Grade verdienen. Nicht so ist es mit der Hydrodynamik, deren eigentlicher Ursprung erst in das letztverflossene achtzehnte Jahrhundert fällt. Archimedes, vielleicht das gröſste mathematische Talent des Alterthums, wuſste nichts davon, so wenig, als Galilei, obschon er durch seine lange fortgesetzten Untersuchungen über Mechanik oft auf diesen Gegenstand geführt werden muſste, und obschon er volle neunzehn Jahrhunderte nach dem Archimedes lebte.

Newton, der 85 Jahre nach Galilei starb, versuchte es, die Bewegung der Flüssigkeiten durch die Lehren der Dynamik fester Körper zu berechnen, aber er beging dabei mehrere Fehler, und die Resultate seiner Berechnung stimmten mit denen der Beobachtungen nicht überein.

Torricelli, der beste Schüler Galilei's, hatte zuerst die Bewegung des Wassers untersucht, welches durch eine kleine Oeffnung des Bodens des Gefäſses, in dem es enthalten ist, ausflieſst. Er fand, daſs die Geschwindigkeit des verticalen Wasserstrahls sich verhält, wie die Quadratwurzel der Höhe des Niveau's des Wassers über der Oeffnung des Bodens. Da er aber dieses Verhältniſs nicht beweisen konnte, so gab er es einstweilen als einen Erfahrungssatz, und theilte es in seinem Werke: *De motu naturaliter accelerato* im J. 1643 mit. Newton suchte diesen Satz in seinen „Principien," die im J. 1687 erschienen, zu beweisen, aber nicht mit Glück, wie denn überhaupt die Untersuchungen über die Bewegungen der Flüssigkeiten, die am wenigsten genügenden jenes berühmten Werkes sind. Er fand, daſs die Geschwindigkeit des durch die Oeffnung gehenden Wasserstrahls sich nur wie die halbe

Höhe des Wassers über dem Boden des Gefäſses verhält.
ser Fehler entstand dadurch, daſs er keine Rücksicht au
Zusammenziehung des Strahls bei seinem Ausflusse genom
hatte. In der zweiten Ausgabe seines Werkes, die 1714
schien, holte er diese Versäumniſs nach, und fand nun
mit den Versuchen TORRICELLI's übereinstimmendes Rest
aber seine Theorie war dessen ungeachtet nicht richtig, d
sie auf eine Annahme gebaut hatte, die den bereits bekan
Gesetzen der Hydrostatik widersprach, und die daher s
der Wahrheit nicht gemäſs seyn konnte.

Zwanzig Jahre früher gab VARIGNON der Akademie
Paris eine bessere Erklärung des in Rede stehenden Phä
mens, die übrigens ebenfalls den Satz des TORRICELLI
stätigte, aber doch auch noch manches zu wünschen ü
lieſs. VARIGNON's Beweis setzte nämlich die Flüssigkeit
Gefäſse in Ruhe voraus, da dieselbe doch, wegen des A
flusses durch die Oeffnung im Boden, in beständiger Be
gung seyn muſs. Diese Bewegung der ganzen Wasserm
wird allerdings desto geringer seyn, je kleiner die Oeffn
in Beziehung auf die ganze Wassermasse ist, und für sol
Fälle allein stimmte auch das Resultat der Berechnung mit
darüber angestellten Experimenten überein, da es im Gegenth
immer mehr davon abwich, je kleiner das Gefäſs, ode
gröſser die Oeffnung im Boden desselben war. Noch wen
lieſs sich die neue Theorie auf die Bewegung des Wasser
senkrechten oder schief liegenden Canälen anwenden.
ganze Untersuchung über die Bewegung der Flüssigkei
konnte also, nach allen diesen Versuchen, nicht einmal
angefangen betrachtet werden.

Es wurden bereits oben die verschiedenen Schritte erwäh
die von den gröſsten Geometern ihrer Zeit gethan worden si
um das Problem von dem Mittelpuncte des Schwunges auf
lösen, und wir haben gesehn, daſs JAC. BERNOULLI die wa
Theorie dieses Gegenstandes erst lange Zeit nachher entdeck
als HUYGENS dieses Problem durch das Princip der Erhaltu
der lebendigen Kraft in der That aufgelöset hatte. Nicht v
anders ging es auch mit der Theorie der Bewegung der Fl
sigkeiten in Röhren. Die Mittel zur Auflösung dieses Pr
blems waren bereits lange vorher gefunden, sie lagen
Tage, aber sie waren zerstreut, und scheinbar unzusamme

liegend, und viele Zeit und Mühe der talentvollsten Männer mußsten angewendet werden, um den verborgenen Zusammenhang zweier so nahe liegenden Dinge aufzufinden. Abermals ein Beweis des alten Satzes, den wir so oft in der Geschichte der Wissenschaft bestätigt finden, daſs der menschliche Geist beinahe nie den einfachsten und kürzesten Weg wählen kann, um zur Erkenntniſs der Wahrheit zu gelangen.

Dasselbe Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft gab auch hier die erste Auflösung des Problems von der Bewegung der Flüssigkeiten in Röhren, und die Hydrodynamik des Daniel Bernoulli, die 1738 erschien, ist ganz auf dieses Princip gebaut, ein Werk, das sich durch eine äuſserst elegante Analyse und durch die höchste Einfachheit der dadurch gewonnenen Resultate vor vielen andern ruhmvoll auszeichnet. Der Vortreflichkeit dieses Werkes ungeachtet muſste es aber doch wünschenswerth bleiben, die Lehre von der Bewegung der Flüssigkeiten auf die ersten und Fundamentalformeln der Mechanik überhaupt zurück zu führen. Maclaurin und Johann Bernoulli unternahmen die Ausführung dieses Vorhabens, jener in seinem *Tractat von den Fluxionen* und dieser in seiner *neuen Hydrodynamik*. Die Resultate, zu welchen diese beiden Geometer gelangt sind, stimmen vollkommen unter sich überein, obschon jeder einen andern Weg gegangen ist, um zu ihnen zu gelangen. Doch schien Maclaurin in seinen Beweisen nicht strenge und Joh. Bernoulli in seiner Darstellung nicht deutlich genug gewesen zu seyn, um sich mit dem durch diese Männer herbeigeführten Zustande der neuen Wissenschaft für alle Folgezeit zu begnügen. Besonders fand d'Alembert an der Theorie Bernoulli's vielerlei, wohl mit zu weit getriebener Strenge, auszusetzen, was man ihm um so weniger verargen mag, da er uns zugleich, wie früher in der Dynamik der festen Körper, so auch hier für die Theorie der Bewegung der Flüssigkeiten, den besseren, den einzig wahren Weg gezeigt hat, auf welchem man zur Auflösung aller Probleme der Hydrodynamik gelangen kann. Das bereits oben erwähnte Verfahren, wodurch er alle dynamischen Fragen auf statische zurückbrachte, indem er das Gleichgewicht zwischen den verlornen Kräften des Systems suchte, wendete er auch, und mit demselben Glücke, auf die Bewegungen der Flüssigkeiten an. Den ersten Versuch zu diesem

Ziele machte er am Ende seiner Dynamik bekannt, die im 1743 erschien, und die hier vorgetragenen Ideen entwickel er vollständig in seinem schon im nächsten Jahre folgend *Traité des Fluides.* Dieses Werk enthält die ebenso direc als schöne Auflösung aller Aufgaben, die man über die B wegung der in Gefäſsen eingeschlossene Flüssigkeiten geb kann.

Indeſs, so viel auch durch diese Schrift für die Wisse schaft gewonnen war, die Sache selbst konnte man dadur noch nicht als geschlossen betrachten. In der That hatte si D'Alembert bei seiner Theorie zwei Voraussetzungen erlaul die bloſs dann angenommen werden konnten, wenn sich d Flüssigkeiten, deren Bewegung man bestimmen will, in se *engen* Röhren befinden. Für alle andere Fälle konnten je Voraussetzungen nicht als der Wahrheit gemäſs erkannt we den; auch stimmten die Resultate der Theorie, in diesen let ten Fällen, mit denen der Beobachtung nicht überein.

Clairaut war es, der in demselben Jahre 1743 in sein „Théorie de la figure de la terre" die wahren Gesetze des *Gleic gewichts* der Flüssigkeiten vorgetragen hatte, unter der ga allgemeinen und hier allein zulässigen Voraussetzung, daſs al Elemente der Flüssigkeit von gegebenen Kräften getrieben w den. Es war daher nur noch übrig, von diesen durch Cla raut gefundenen Gesetzen des Gleichgewichts nun auch den Gesetzen der Bewegung dieser Flüssigkeiten überzugel und hierzu bot sich das oben erwähnte Verfahren d'Ale bert's, mit den verlornen Kräften, gleichsam von selbst Auch war es d'Alembert, der diesen letzten Schritt in Hydrodynamik machte, wie er denselben, nur wenige Jal zuvor, in der Dynamik der festen Körper gemacht hatte. zuerst gab die wahren Gleichungen der Bewegung der Fl sigkeiten in seinem Werke: *Essai d'une nouvelle Théorie sur resistance des fluides,* die im J. 1752 erschien, und er umfaſste dieser Schrift sowohl die Bewegung der incompressiblen, auch die der compressiblen oder elastischen Flüssigkeiten. I hierfür aufgefundenen Gleichungen enthielten, der Natur Sache gemäſs, die sogenannten *partiellen Differentialien,* u Euler war es, der ihnen[1] die einfachste Gestalt und diejen

1 Mém. de Berlin. 1755.

Form gab, die sie noch in unsern Tagen haben. Wenn diese Gleichungen leichter zu integriren wären, so würde man mit ihrer Hülfe die Bewegung der Flüssigkeiten in allen gegebenen Fällen mit der gröfsten Genauigkeit vollständig bestimmen können. Aber sie sind unglücklicher Weise so schwer zu behandeln, dafs man ihre Integrale bisher nur in einigen sehr beschränkten Fällen zu finden im Stande gewesen ist, doch fällt diese Schwierigkeit der Integration nicht der Mechanik, sondern der mathematischen Analyse zur Last, die ihre weitere Vervollkommnung noch von der Zukunft erwartet. Da man ein jedes mechanische Problem als aufgelöset betrachtet, wenn man die Gleichung aufgestellt hat, welche diese Auflösung enthält, selbst wenn sie eine Differentialgleichung irgend einer Art ist, so kann die Hydrodynamik und überhaupt die ganze Mechanik, die dieser Forderung in allen Fällen Genüge leistet, als eine geschlossene Wissenschaft betrachtet werden, während die weitere Entwickelung der von ihr aufgestellten Gleichungen der Analyse anheim fällt.

Endlich wollen wir noch, zum Schlusse dieser Bemerkungen, hinzufügen, dafs Lagrange es war, der in seinem bereits öfter erwähnten Werke, Mécanique analytique, durch die Verbindung des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten mit dem von d'Alembert gelehrten Verfahren, auch die Hydrodynamik, wie überhaupt die ganze Mechanik, auf eine einzige Formel zurückgebracht hat, in welcher die Auflösung aller Probleme, die man in dieser Wissenschaft aufstellen kann, enthalten ist.

Nach dieser kurzen Darstellung der Geschichte der Wissenschaft, in welcher wir uns nur auf die vorzüglichsten Epochen derselben, und auf diejenigen Entdeckungen beschränkt haben, die wesentlich zur Erweiterung unserer Kenntnisse und zur eigentlichen Constitution der ganzen Doctrin, wie sie in unsern Tagen besteht, beigetragen haben, wenden wir uns nun zu der Darstellung der Grundzüge der Wissenschaft selbst, um dem Leser wenigstens einen allgemeinen Ueberblick ihres Gebietes und der in ihm enthaltenen Schätze zu gewähren.

III. Grundzüge der Statik.

A. Gleichgewicht der fortschreitende[n] Bewegung.

Wir haben bereits oben gesehn, dafs man alle auf ei[n] gegebenen Punct wirkende Kräfte auf eine einzige Kraft, w[el]che die Resultante aller jener Kräfte genannt wird, zurückf[üh]ren kann. Heifst daher P die Resultante aller der Kräfte, [die] auf irgend einen Punct eines Systems von mehrern körperlich[en] Puncten wirken, und nennt man δp den unendlich klein[en] Raum, welchen dieser Punct nach der Richtung der Kraft in einem Augenblick zu beschreiben sucht, und bezeichn[et] man ebenso die Gröfsen P und δp für einen zweiten Pun[ct] durch P' und $\delta p'$, für einen dritten durch P'' und $\delta p''$ u. s. w. so hat man vermöge des Princips der virtuellen Geschwindi[g]keiten, nach dem Vorhergehenden, für das *Gleichgewicht* di[e]ses Systems die Gleichung

$$P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots = 0.$$

Welches nun auch diese Kräfte seyn mögen, so wird man s[ie] doch immer als solche betrachten können, die von irgend e[i]nem in ihrer Richtung liegenden Puncte A, A', A''.... au[s]gehn, welche Puncte man die *Mittelpuncte* dieser Kräfte z[u] nennen pflegt. Sind daher x, y, z die drei unter sich senk[]rechten Coordinaten des ersten Punctes des Systems und sin[d] a, b, c die analogen Coordinaten des Mittelpuncts A d[er] Kraft P, so hat man, wenn p den Abstand dieses Mittelpunc[ts] von dem körperlichen Puncte des Systems bezeichnet

Fig. 245.

$$p^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2.$$

Da nun im Allgemeinen die Mittelpuncte der Kräfte in ihre[r] Lage unveränderlich sind, so hat man für die Variation von [p] den Ausdruck

$$\delta p = \frac{x-a}{p}\delta x + \frac{y-b}{p}\delta y + \frac{z-c}{p}\delta z$$

wo $\frac{x-a}{p}$, $\frac{y-b}{p}$, $\frac{z-c}{p}$ bekanntlich die Cosinus der Winke[l] sind, welche die Richtung p der Kraft P mit den drei Axe[n] der x, y, z bildet. Nennt man daher diese Winkel in derselben Ordnung α, β, γ, so hat man

$$\delta p = \delta x \text{ Cos. } \alpha + \delta y \text{ Cos. } \beta + \delta z \text{ Cos. } \gamma.$$

Nennt man aber X, Y, Z die drei Seitenkräfte der Kraft P, die nach den Richtungen der x, y, z zerlegt sind, so ist

$$X = P \operatorname{Cos.} \alpha, \quad Y = P \operatorname{Cos.} \beta, \quad Z = P \operatorname{Cos.} \gamma,$$

und daher geht die Gröſse $P \delta p$ in folgende über

$$P \delta p = X \delta x + Y \delta y + Z \delta z.$$

Nennt man ebenso x′, y′, z′ die Coordinaten des zweites Punctes des Systems und X′, Y′, Z′ die drei Seitenkräfte, der auf diesen Punct wirkenden Kraft P′, so ist ebenso

$$P' \delta p' = X' \delta x' + Y' d y' + Z' \delta z'$$

und auf gleiche Weise für den dritten Punct

$$P'' \delta p'' = X'' \delta x'' + Y'' \delta y'' + Z'' \delta z'' \text{ u.s.w.}$$

Demnach geht die vorhergehende Gleichung des Gleichgewichts $P \delta p + P' \delta p' + P'' \delta p'' + .. = 0$ in folgende über

$$\begin{aligned} X \delta x + X' \delta x' + X'' \delta x'' + \\ + Y \delta y + Y' \delta y' + Y'' \delta y'' + \\ + Z \delta z + Z' \delta z' + Z'' \delta z'' + .. = 0 \end{aligned}$$

wofür wir der Kürze wegen setzen wollen

$$\Sigma (X \delta x + Y \delta y + Z \delta z) = 0 \ldots (I)$$

Ist nun das System frei oder keinen äuſseren Bedingungen unterworfen, so sind die Gröſsen δx, δy, dz, $\delta x'$ … unter sich unabhängig, und die Gleichung (I) ist, wenn n die Anzahl der körperlichen Puncte des Systems bezeichnet, 3n Gleichungen der Form $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$, $X' = 0$ ….. gleichgeltend, und aus diesen 3n Gleichungen wird man die 3n Coordinaten x, y, z, x′ ….. der körperlichen Puncte, d. h. man wird den Ort eines jeden dieser Puncte bestimmen, den derselbe, im Zustande des Gleichgewichts des Systems, einnehmen muſs.

Sind aber diese Puncte äuſseren Bedingungen unterworfen, soll z. B. der eine auf einer krummen Linie von doppelter Krümmung einhergehn, ein anderer auf einer gegebenen Fläche bleiben, sollen je zwei derselben, oder auch mehrere durch unveränderliche Stangen oder durch biegsame oder ausdehnbare Faden u. dgl. unter einander verbunden seyn, so wird man diese Bedingungen stets durch eine oder durch mehrere Gleichungen zwischen den Coordinaten x, y, z, x′ ….. ausdrücken können. Seyen

$$L = 0, \quad L' = 0, \quad L'' = 0 \ldots$$

diese Bedingungsgleichungen, wo L, L′, L″ ….. gegebene

Functionen von x, y, z, x'... bezeichnen, so wird man, wenn man diese Gleichungen differentiirt, erhalten

$$\left.\begin{aligned}\left(\frac{dL}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL}{dx'}\right)\delta x'+\ldots=0\\ \left(\frac{dL'}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL'}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL'}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL'}{dx'}\right)\delta x'+\ldots\ldots=0\\ \left(\frac{dL''}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL''}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL''}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL''}{dx'}\right)\delta x'+\ldots\ldots=0\end{aligned}\right\}\ldots\text{(II)}$$

u. s. w.

Dieses vorausgesetzt sey m die Anzahl dieser Bedingungsgleichungen. Dann wird man also, mittelst dieser Bedingungsgleichungen (II) eine Anzahl m der Gröfsen δx, δy, dz, $\delta x'$.... aus der Gleichung (I) eliminiren. Die noch in (I) übrigbleibenden Gröfsen, deren Zahl also $3n-m$ ist, werden, da sie unter sich unabhängig sind, ebenfalls $3n-m$ Gleichungen geben, die, mit den m Gleichungen (II) verbunden, wieder eine Anzahl von $3n$ Gleichungen geben, aus denen man wie zuvor, die $3n$ Gröfsen x, y, z, x'...., oder die Orte der n Körper, für den Fall des Gleichgewichts, vollständig bestimmen wird.

Statt dieser Elimination kann man bekanntlich auch die Gleichungen (II) nach der Ordnung durch einen unbestimmten Factor λ, λ', λ''.... multipliciren und diese Producte zu der Gleichung (I) addiren. Auf diese Weise erhält man folgende Gleichung:

$$\begin{aligned}&[X+\lambda\left(\frac{dL}{dx}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right)+\ldots]dx\\ +&[Y+\lambda\left(\frac{dL}{dy}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dy}\right)+\ldots]dy\\ +&[Z+\lambda\left(\frac{dL}{dz}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dz}\right)+\ldots]dz\\ +&[X'+\lambda\left(\frac{dL}{dx'}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx'}\right)+\ldots]dx'+\ldots=0\ldots\text{(III)}\end{aligned}$$

oder da jetzt die Gröfse dx, dx', dx''.... alle unter einander unabhängig sind, und weil daher die letzte Gleichung eigentlich $3n$ andern Gleichungen gleichgeltend ist, so erhält man, wenn man der Kürze wegen

$\lambda dL + \lambda' dL' + \lambda'' dL'' + = \Sigma.\lambda dL$ setzt, folgende 3n Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} X + \frac{1}{dx}\;\Sigma.\lambda dL = 0 \\ Y + \frac{1}{dy}\;\Sigma.\lambda dL = 0 \\ Z + \frac{1}{dz}\;\Sigma.\lambda dL = 0 \\ X' + \frac{1}{dx'}\;\Sigma.\lambda dL = 0 \text{ u. f.} \end{array}\right\} \ldots (III')$$

Eliminirt man dann aus diesen 3n Gleichungen die m unbestimmten Factoren λ, λ', λ'',..., so erhält man 3n — m Gleichungen, die, mit den m Gleichungen (II) verbunden, wieder die 3n Gleichungen des Gleichgewichts geben. Sucht man aber statt dieser Elimination, aus den unmittelbar vorhergehenden Gleichungen die Werthe dieser Factoren λ, λ', λ'',...., so wird man daraus diejenigen Kräfte bestimmen, die durch die gegebenen Verbindungen der Körper unter einander entstehn, z. B. den Druck dieser Körper gegen einander oder gegen die Curven und Flächen, auf welchen sie sich bewegen, oder die Spannung der Fäden, durch welche sie unter einander verbunden sind u. s. w. Setzt man nämlich, der Kürze wegen,

$$N^2 = \left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz}\right)^2$$

und geht N über in $N_{,}$, $N_{,,}$ wenn L in L', L'' übergeht, so wird der Druck oder die Spannung, die der erste Körper des Systems, dessen Coordinaten x, y, z sind, durch seine Verbindung mit den übrigen Körpern von diesen übrigen erleidet, durch die Gröſsen

$$\lambda N, \; \lambda' N, \; \lambda'' N_{,,} \ldots\ldots$$

ausgedrückt werden. Heiſst ebenso

$$N' = \left(\frac{dL}{dx'}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy'}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz'}\right)^2$$

und geht N' über in N', $N'_{,,}$.. wenn L in L', L'' übergeht, so wird der Druck aller übrigen Körper auch den zweiten, dessen Coordinaten x', y' z' sind, gleich den Gröſsen

$$\lambda N', \quad \lambda' N'_{,}, \quad \lambda'' N'_{,,}$$

seyn und so fort für alle übrigen.

B. Gleichgewicht der drehenden Bewegung.

Die vorhergehenden Gleichungen enthalten die Bedingungen, welche statt haben müssen, wenn das System keine *fortschreitende* Bewegung im Raume haben soll. Allein dann kann dieses System doch noch eine *drehende* Bewegung um einen Punct oder um einer Axe haben, und es ist daher zum vollkommenen Gleichgewichte, auch noch nöthig, diese letzte Bewegung des Systems aufzuheben.

Nehmen wir an, daſs das System sich frei um eine der drei Coordinatenaxen, z. B. um die Axe der z, drehen kann, und suchen wir die Bedingung, welche dann statt haben muſs.

Nennt man $r, r', r'' \ldots$ die auf die Ebene der xy projicirten Entfernungen der körperlichen Puncte des Systems vom Anfange der Coordinaten, und $n, n', n'' \ldots$ die Winkel dieser Entfernungen mit der Axe der x, so hat man

$$x = r.\,\mathrm{Cos.}\,n, \qquad y = r.\,\mathrm{Sin.}\,n$$
$$x' = r'.\,\mathrm{Cos.}\,n', \qquad y' = r'.\,\mathrm{Sin.}\,n' \text{ u. s. w.}$$

Da bei einer Drehung des Systems um die Axe der z die Gröſsen $r, r', r'' \ldots$ constant bleiben, und alle Winkel $n, n', n'' \ldots$ sich um dieselbe Gröſse, die wir dn nennen wollen, ändern, so hat man für die durch diese Drehungen erzeugten Aenderungen die Coordinaten

$$dx = -y\,dn, \qquad dy = x\,dn$$
$$dx' = -y'dn, \qquad dy' = x'dn \text{ u. f.}$$

Wenn also das System sich frei um die Axe der z drehn soll, so wird der Winkel n von den innern Bedingungen des Systems unabhängig, und daher seine Aenderung dn ganz willkürlich bleiben. Daraus folgt, daſs in der allgemeinen Gleichung des Gleichgewichts

$$P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots = 0$$

diejenigen Glieder, welche in dn multiplicirt sind, zusammen gleich Null seyn müssen. Diese Glieder aber lassen sich offenbar durch die Gröſse $R\,dn$ darstellen, wenn man

$$R = P\left(\frac{dp}{dn}\right) + P'\left(\frac{dp'}{dn}\right) + P''\left(\frac{dp''}{dn}\right) + \ldots$$

annimmt. Um diesen Werth von R näher zu bestimmen, hat man durch die oben gegebenen Werthe von $p^2, p'^2, p''^2 \ldots$, wenn man die dort angenommenen Bezeichnungen beibehält,

$$p dp = (x - a) dx + (y - b) dy$$
$$p' dp' = (x' - a') dx' + (y' - b') dy' \text{ u. f.}$$

das heifst, wenn man die vorhergehenden Werthe von dx, dx'.... substituirt,

$$\left(\frac{dp}{dn}\right) = \frac{a y'' - b x}{p}, \quad \left(\frac{dp'}{dn}\right) = \frac{a' y' - b' x'}{p'} \text{ u. s. w.}$$

so dafs man daher hat

$$R = \frac{P}{p}(a y'' - b x) + \frac{P'}{p'}(a' y' - b' x') + \ldots.$$

Es war aber $\frac{x - a}{p} = \text{Cos.}\,\alpha$, $\frac{y'' - b}{p_1} = \text{Cos.}\,\beta$, oder

$$a = x - p\,\text{Cos.}\,\alpha, \quad b = y'' - p\,\text{Cos.}\,\beta, \text{ und daher}$$

$$\frac{P}{p}(a y - b x) = P(x\,\text{Cos.}\,\beta - y''\,\text{Cos.}\,\alpha)$$

wo wieder α, β, γ die Winkel sind, welche die Richtung p der Kraft P mit der Axe der x, y, z bildet. Ebenso erhält man für die zweite Kraft P' den Ausdruck

$$\frac{P'}{p'}(a' y' - b' x') = P'(x'.\text{Cos.}\,\beta' - y'.\text{Cos.}\,a') \text{ u. s. w.,}$$

so dafs daher der vorhergehende Ausdruck von R in den folgenden übergeht,

$$R = P(x\,\text{Cos.}\,\beta - y.\text{Cos.}\,\alpha) + P'(x'.\text{Cos.}\,\beta' - y''\,\text{Cos.}\,\alpha') + \ldots..$$

oder, wie man der Kürze wegen schreiben kann,

$$R = \Sigma.P\,(x.\text{Cos.}\,\beta - y.\text{Cos.}\,\alpha)$$

und die gesuchte Bedingungsgleichung der ungehinderten Drehung des Systems um die Axe der z wird daher

$$\Sigma.P(x.\text{Cos.}\,\beta - y.\text{Cos.}\,\alpha) = 0 \ldots \text{ (a)}$$

seyn. Ganz analoge Ausdrücke wird man auch für die Bedingung der freien Bewegung um die Axe der y'' und der x erhalten, wenn man in der letzten Gleichung die Gröfse x, y, α, β in z, x, γ, α und in y, z, β, γ verwandelt, so dafs man also für die freie Drehung um die Axe der y'' haben wird

$$\Sigma.P(z.\text{Cos.}\,\alpha - x.\text{Cos.}\,\gamma) = 0 \ldots \text{ (b)}$$

und um die Axe der x

$$\Sigma.P(y''.\text{Cos.}\,\gamma - z.\text{Cos.}\,\beta) = 0 \ldots \text{ (c)}$$

Haben daher alle drei letzten Gleichungen zusammen statt, so wird sich das System um jede der drei Coordinatenaxen frei drehen können, oder, was dasselbe ist, es wird in dem Systeme keine gezwungene Drehung statt finden, das System

wird, in Beziehung auf seine Rotation, im Gleichgewi stehn, weil die gegebenen Kräfte $P . P' . P''$.. in dem Syst keine drehende Bewegung erzeugen.

Nehmen wir nun alles Vorhergehende zusammen, setzen wir der Kürze wegen

$$
\begin{aligned}
H &= P . \text{Cos.}\, \alpha + P' . \text{Cos.}\, \alpha' + P'' . \text{Cos.}\, \alpha'' + \\
I &= P\ \text{Cos.}\, \beta + P' . \text{Cos.}\, \beta' + P'' . \text{Cos.}\, \beta'' + \\
K &= P\ \text{Cos.}\, \gamma + P'\ \text{Cos.}\, \gamma' + P''\ \text{Cos.}\, \gamma'' + \\
L &= P\ (x\, \text{Cos.}\, \beta - y\, \text{Cos.}\, \alpha) + P'(x' . \text{Cos.}\, \beta' - y'\, \text{Cos.}\, a') + \\
M &= P\ (z\, \text{Cos.}\, \alpha - x\, \text{Cos.}\, \gamma) + P'\ (z'\, \text{Cos.}\, \alpha' - x' . \text{Cos.}\, \gamma') + \\
N &= P\ (y\, \text{Cos.}\, \gamma - z\, \text{Cos.}\, \beta) + P'\ (y'\, \text{Cos.}\, \gamma' - z'\, \text{Cos.}\, \beta') +
\end{aligned}
$$

Dieses vorausgesetzt hat man bei einem durch keine fseren Bedingungen beschränkten Systeme für das Gleich wicht der fortschreitenden Bewegung

$$
\left.\begin{aligned}
H &= 0 \\
I &= 0 \\
K &= 0
\end{aligned}\right\} \ldots (\text{III})
$$

die mit den Gleichungen (I) oder (III) zusammenfall wenn, wie hier vorausgesetzt wird, das System in seinem i nern frei ist, oder wenn die Gröfsen L, L', L''....... gle Null sind.

Für das Gleichgewicht der drehenden Bewegung aber man die analogen drei Gleichungen

$$
\left.\begin{aligned}
L &= 0 \\
M &= 0 \\
N &= 0
\end{aligned}\right\} \ldots (\text{IV})
$$

I. Wenn die sämmtlichen körperlichen Puncte des S stems, so wie die Richtungen aller Kräfte, zwar unter si verschieden, aber doch in einer und derselben Ebene sin so kann man für diese Ebene eine der drei Coordinateneben annehmen. Wählt man z. B. die Ebene der xz, so sind den vorhergehenden Gleichungen alle y gleich Null, alle gleich 90° und endlich alle γ die Complemente zu 90° von il nen α, so dafs also dann die vorhergehenden sechs Gleichu gen in folgende drei übergehen

$$
\left.\begin{aligned}
H &= 0 \\
K &= 0 \\
M &= 0
\end{aligned}\right\} \text{ oder, was dasselbe ist, }
\begin{aligned}
&\Sigma . P . \text{Cos.}\, \alpha = 0 \\
&\Sigma . P . \text{Sin.}\, \alpha = 0 \\
&\Sigma . P (z\, \text{Cos.}\, \alpha - x\, \text{Sin.}\, \alpha) = 0
\end{aligned}
$$

II. Wenn die Richtungen aller Kräfte in einem und demselben Puncte zusammenlaufen, den man als den Anfangspunct der Coordinaten nimmt, so sind die Gröfsen x, y, z .... den Cosinus der Winkel α, β, γ .. proportionirt und man hat $\frac{x}{y} = \frac{\text{Cos.}\,\alpha}{\text{Cos.}\,\beta}$, $\frac{x}{z} = \frac{\text{Cos.}\,\alpha}{\text{Cos.}\,\gamma}$ u. s. w., so dafs man also für das Gleichgewicht eines einzelnen Punctes unter der Wirkung der Kräfte P, P', P'' .... hat

$$H = 0, \quad I = 0, \quad K = 0$$

übereinstimmend mit den Gleichungen (I).

III. Sind die Richtungen aller Kräfte unter sich parallel, aber in verschiedenen Ebenen gelegen, so kann man für diese Richtung eine der drei Axen, z. B. die der z, annehmen. Dann ist $\gamma = 0$ und $\alpha = \beta = 90^\circ$ und die drei ersten unserer Gleichungen gehen in folgende einzelne über:

$$P + P' + P'' + .. = 0,$$

während die drei letzten (IV) folgende zwei geben:

$$Px + P'x' + P''x'' + ... = 0,$$
$$Py + P'y' + P''y'' + ... = 0,$$

so dafs man also für parallele, in verschiedenen Ebenen liegende Kräfte, für den Fall des Gleichgewichts, die drei Gleichungen hat

$$\Sigma.P = 0, \quad \Sigma.Px = 0, \quad \Sigma.Py = 0.$$

IV. Liegen endlich die sämmtlichen, mit der Axe der z parallelen Kräfte auch noch in derselben Ebene, so kann man dafür die Ebene der xz annehmen, und dann hat man $y = \gamma = 0$ und $\alpha = \beta = 90^\circ$, also auch für das Gleichgewicht des Systems die zwei Gleichungen

$$\Sigma.P = 0, \quad \Sigma.Px = 0.$$

V. Wenn aber die gegebenen Kräfte P, P', P'' .... nicht im Stande sind, das Gleichgewicht des Systems zu erzeugen, so kann es doch eine andere Kraft R geben, welche, mit jenen Kräften verbunden, das Gleichgewicht des Systems herstellt. Seyen A, B, C die Winkel, welche die Richtung dieser Kraft R mit den Axen der x, y, z bildet, und X, Y, Z die zugehörigen Coordinaten des Angriffspunctes oder des sogenannten Mittelpunctes dieser Kraft R. Da man sonach R als die Resultante aller der Kräfte P, P', P''.. ansehen kann, so wird sie, wenn man sie in entgegengesetzter Richtung nimmt,

diesen andern Kräften das Gleichgewicht halten oder das
stem wird unter der Wirkung der gegebenen Kräfte P, P′,
und der neuen Kraft — R im Gleichgewichte seyn s
Dann wird aber die erste der Gleichungen (I) in folg
übergehn

$$-R \text{ Cos. } A + P \text{ Cos. } \alpha + P' \text{ Cos. } \alpha' + \ldots\ldots = 0 \text{ oder } H = R \text{ . C}$$

so dafs daher die drei Gleichungen (III) jetzt so geschr
werden können

$$\left.\begin{array}{l} H - R.\text{Cos. } A = 0 \\ I - R.\text{Cos. } B = 0 \\ K - R.\text{Cos. } C = 0 \end{array}\right\} \ldots (V)$$

Ebenso wird man auch statt der Gleichungen (IV) die
folgenden erhalten

$$L = R(X \text{ Cos. } B - Y \text{ Cos. } A),$$
$$M = R(Z \text{ Cos. } A - X \text{ Cos. } C),$$
$$N = R(Y \text{ Cos. } C - Z \text{ Cos. } B),$$

für welche man nach den so eben erhaltenen Gleichunge
auch die drei folgenden substituiren kann

$$\left.\begin{array}{l} HY - IX + L = 0 \\ KX - HZ + M = 0 \\ IZ - KY + N = 0 \end{array}\right\} \ldots (VI)$$

so dafs also diese sechs Gleichungen (V) und (VI) stat
ben müssen, wenn zwischen den Kräften P, P′, P″....
— R Gleichgewicht seyn soll.

Ob es eine solche Kraft R giebt, wird dadurch ents
den, dafs die Bedingungsgleichung statt hat

$$KL + IM + HN = 0.$$

Geschieht dieser Gleichung Genüge, so hat man dan
die Gröfse der gesuchten Kraft

$$R = \sqrt{H^2 + I^2 + K^2}$$

und für die Richtung derselben

$$\text{Cos. } A = \frac{\Sigma.P \text{ Cos.} \alpha}{R}; \quad \text{Cos. } B = \frac{\Sigma.P \text{ Cos.} \beta}{R}; \quad \text{Cos.} C = \frac{\Sigma.P.C}{R}$$

VI. Bisher ist das System in allen seinen Puncte
oder durch keine besondern Nebenbedingungen beschränk
genommen worden. Es soll nun in irgend einem seiner P
fest seyn. Man kann, ohne der Allgemeinheit der Untersuc

Einig zu thun, voraussetzen, dafs dieser feste Punct zugleich der Anfang der Coordinaten ist. Da diese Voraussetzung alle progressive Bewegung des Systems aufhebt, so fallen für diesen Fall die drei Gleichungen (III) als überflüssig weg und das Gleichgewicht des Systems wird blofs durch die Gleichungen (IV) bedingt seyn, d. h. man wird für das Gleichgewicht des Systems die drei Gleichungen haben

$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0.$$

Ueberdiefs wird der feste Punct durch die Wirkungen der gegebenen Kräfte P, P′, P″.... einen Druck R erfahren, dessen Gröfse durch den Ausdruck

$$R = \sqrt{H^2 + I^2 + K^2}$$

und dessen Richtung durch die Winkel A, B, C aus den drei Gleichungen (V) bestimmt wird.

VII. Ist das System in zwei Puncten fest, so kann es sich nur noch um die durch diese zwei Puncte gehende Axe drehen. Nimmt man diese Rotationsaxe für die Axe der z, so wird man für die Bedingung des Gleichgewichts die einzige Gleichung haben:

$$L = 0 \text{ oder } \Sigma . P (x \operatorname{Cos}.\beta - y \operatorname{Cos}.\alpha) = 0.$$

VIII. In allem Vorhergehenden sind endlich die Körper des Systems als blofse körperliche Puncte ohne Ausdehnung angenommen worden, die unter sich auf irgend eine Art verbunden oder auch ganz frei sind. Um aber dieselben Ausdrücke auch auf die Körper der Natur, von gegebener Ausdehnung und Gestalt, anwenden zu können, werden wir diese Körper als Systeme von unendlich nahe an einander liegenden körperlichen Puncten betrachten, deren jeder als ein Element der Masse des ganzen Körpers angesehn wird. Nennt man also m die Masse des ganzen Körpers und dm die Masse eines Elements desselben, so wird man, nach dem Geiste der Differentialrechnung, die bisher gebrauchten Gröfsen P, P′, P″....., welche die auf die einzelnen Puncte des Systems gerichteten Kräfte vorstellen, durch diese Elementarmassen multipliciren, so dafs Pdm, P′dm, P″dm... die Kräfte vorstellen werden, welche das Element dm nach den Richtungen p, p′, p″.... zu bewegen suchen, und dafs daher die allgemeine Gleichung des Gleichgewichts eines dieser Elemente seyn wird

$$(P \delta p + P' \delta p' + P'' \delta p'' + \ldots) \, dm = 0$$

und so fort für die übrigen Elemente. Man unterscheide wie sich zeigt, zweierlei Arten Differentialien. Die einen, d bezeichneten, beziehn sich bloſs auf die Ausdehnung des pers oder auf die verschiedenen Elemente desselben. Da identisch mit jenen sind, welche man in der Geomet betrachten pflegt, so nennt man sie auch die *geometr. Differentialien*, während die durch δ angezeigten sich auf die Räume oder auf die Wege beziehn, welche die mente des Körpers in jedem Augenblicke zurücklegen, daher auch die *mechanischen Differentialien* genannt w

So wie nun der vorhergehende Ausdruck die Bedi des Gleichgewichts für jedes einzelne Element des Kö enthält, so wird auch, nach dem Geiste der Integralrech die Bedingung des Gleichgewichts des ganzen Körpers e ten werden, wenn man von jener Gleichung das Integ Beziehung auf die ganze Masse des Körpers sucht. D man also dieses Integral durch S aus, so wird man fü Gleichgewicht des ganzen Körpers haben

$$S.(P.\delta p + P'.\delta p' + P''.\delta p'' + \ldots)\, dm = 0.$$

Nennt man nun wieder x, y, z die Coordinaten eines au ersten Körper des Systems sich beziehenden Punctes X, Y, Z die mit diesen Coordinaten parallelen, auf de sten Körper wirkenden Kräfte; bezeichnet man ferner d ben Gröſsen x, y, z und X, Y, Z für den zweiten und ten Körper durch einen und zwei Striche, und so fort fü übrigen Körper des Systems, deren Massen m, m', m sind, und nennt man endlich $L=0$, $L'=0$, $L''=0$.. äuſsern Bedingungen, welchen diese Körper unterworfen so hat man für die Bedingung des Gleichgewichts folg den vorhergehenden Gleichungen (III) analoge Ausdrück

$$S[X\,dm + \frac{1}{dx}\,\Sigma.\lambda\, dL] = 0$$

$$S[Y\,dm + \frac{1}{dy}\,\Sigma.\lambda\, dL] = 0$$

$$S[Z\,dm + \frac{1}{dz}\,\Sigma.\lambda\, dL] = 0$$

$$S[X'dm' + \frac{1}{dx'}\,\Sigma.\lambda\, dL] = 0 \text{ u. s. w.}$$

wo der Kürze wegen gesetzt worden ist

$$\frac{1}{dx}\Sigma.\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right) + \lambda''\left(\frac{dL''}{dx}\right) + \cdots$$

$$\frac{1}{dx'}\Sigma.\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx'}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx'}\right) + \lambda''\left(\frac{dL''}{dx''}\right) + \text{u. s. w.}$$

und diese Ausdrücke werden dann ebenso behandelt werden, wie oben von den Gleichungen (III) gesagt worden ist.

Hat man also z. B. nur einen einzigen Körper, auf welchen die Kräfte X, Y, Z nach den Richtungen der drei Coordinaten wirken, so hat man für das Gleichgewicht dieses Körpers die drei Gleichungen

$$S.Xdm = 0,\quad S.Ydm = 0,\ S.Zdm = 0.$$

Soll aber der Körper auf einer krummen Fläche, deren Gleichung $L = 0$ ist, unter der Einwirkung der vorigen Kräfte im Gleichgewichte bleiben, so hat man

$$S.\left[Xdm + \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right)\right] = 0,$$

$$S.\left[Ydm + \lambda\left(\frac{dL}{dy}\right)\right] = 0,$$

$$S.\left[Zdm + \lambda\left(\frac{dL}{dz}\right)\right] = 0.$$

Soll endlich derselbe Körper auf der krummen Linie, deren Gleichungen $L = 0$ und $L' = 0$ sind, im Gleichgewichte bleiben, so hat man

$$S.\left[Xdm + \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right)\right] = 0,$$

$$S.\left[Ydm + \lambda\left(\frac{dL}{dy}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dy}\right)\right] = 0,$$

$$S.\left[Zdm + \lambda\left(\frac{dL}{dz}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dz}\right)\right] = 0,$$

und so fort in allen ähnlichen Fällen. Wenn diese Gleichungen statt haben, so wird der Körper oder das System der Körper, in Beziehung auf seine fortschreitende Bewegung im Raume, im Gleichgewichte seyn. Um dann noch auszudrücken, daſs der Körper auch in Beziehung auf seine drehende Bewegung im Gleichgewichte ist, wird man den vorigen Ausdrücken noch die drei Gleichungen (a), (b), (c) hinzufügen.

Da man nämlich hat $X = P \operatorname{Cos}. \alpha$, $Y = P \operatorname{Cos}. \beta$, $Z = P$ C
und da man, wie bereits erwähnt, bei einem Körper vo
gebener Gestalt statt X, Y, Z die Gröfsen Xdm, Ydm,
substituiren mufs, so werden diese Gleichungen des Gl
gewichts für die drehende Bewegung des Körpers die fol
den seyn:

$$S.[Xy - Yx]dm = 0,$$
$$S.[Zx - Xz]dm = 0,$$
$$S.[Yz - Zy]dm = 0.$$

Das Vorhergehende enthält die vorzüglichsten allgem
Theoreme der Statik. Die weitere Ausführung und An
dung derselben auf besondere Fälle würde für diesen Ort
geeignet seyn.

IV. Grundzüge der Dynamik.

A. Gleichungen der fortschreitenden B wegung.

Ehe wir diese Gleichungen mittheilen, wird es ange
sen seyn, einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschick
Wir wollen im Folgenden den von einem körperli
Puncte in der Zeit t durchlaufenen Raum durch s, die
schwindigkeit dieses bewegten Punctes am Ende der Zeit t d
v, die Masse dieses körperlichen Punctes durch m und
lich die Kraft, welche auf den Punct wirkt, durch P bez
nen. Die Zeit wollen wir, der allgemeinen Annahme ge
als gleichförmig fortgehend betrachten, also ihr erstes D
rential dt constant und daher auch alle höhere Differenti
derselben gleich Null voraussetzen.

Zwischen diesen Gröfsen haben wir bereits oben die
chungen (B) und (C) erhalten, nämlich

$$v = \frac{ds}{dt} \ldots (B)$$

und

$$P = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} \ldots (C),$$

so dafs demnach die Geschwindigkeit v gleich dem ersten
die Kraft P gleich dem zweiten Differential des Raume
Beziehung auf die Zeit ist.

Dieses vorausgesetzt, nennt man

P oder $\frac{dv}{dt}$ die beschleunigende Kraft (*force accélératrice*), oder denjenigen Theil der immer thätigen, auf den körperlichen Punct ununterbrochen wirkenden Kraft, der in diesem Puncte während der unendlich kleinen Zeit d t die unendlich kleine Geschwindigkeit d v erzeugt. Ebenso heifst

d v oder P d t der Zuwachs der Geschwindigkeit (*l'accroissement de la vitesse*) des bewegten Punctes während der Zeit d t;

die Gröfse m P aber oder m . $\frac{dv}{dt}$ heifst die bewegende Kraft (*force motrice*) und endlich

m d v oder m . P d t die Gröfse der Bewegung (*quantité de mouvement*) des körperlichen Punctes, dessen Masse m und dessen Geschwindigkeitszuwachs d v in der Zeit d t ist.

Die *beschleunigende Kraft* P ist daher nichts anderes, als die bewegende Kraft, auf die Einheit der Masse, auf das Element eines Körpers bezogen. Die Gröfse P ist nämlich die auf jedes einzelne Element des Körpers und die Gröfse m P ist die auf die ganze Masse des Körpers wirkende, d. h. die den Körper *bewegende Kraft*.

Die bewegende Kraft wird zum *Druck*, wenn die bewegte Masse sich auf eine Ebene stützt, welche auf die Richtung ihrer Bewegung senkrecht ist. Bewegende Kraft und Druck sind daher nur darin unterschieden, dafs die unendlich kleinen Geschwindigkeiten, die der Druck in jedem Augenblicke d t hervorzubringen strebt, durch den Widerstand der Unterlage sogleich aufgehoben werden, während im Gegentheile diejenigen unendlich kleinen Geschwindigkeiten, die von der bewegenden Kraft in jedem Zeittheilchen d t hervorgebracht werden, sich in der That in dem Körper anhäufen und dadurch demselben, während einer endlichen Zeit t, auch eine endliche Geschwindigkeit v ertheilen. Das *Gewicht* eines der anziehenden Kraft der Erde ausgesetzten Körpers ist der Druck, welchen dieser Körper gegen seine horizontale Unterlage ausübt, und dieses Gewicht ist daher auch zugleich die *bewegende Kraft*; die Schwere aber, welche diesen Druck in je-

dem Elemente des Körpers erzeugt, ist die *accelerirende* l des Körpers.

Ist also P die accelerirende Kraft, welche auf irgend e Punct eines Systems wirkt, so würde durch diese Kraft Punct, wenn er ganz frei sich bewegen kann, während unendlich kleinen Zeit dt eine Vermehrung seiner Gesch digkeit gleich Pdt erhalten. Allein vermöge der Verbin gen dieses Punctes mit den andern Puncten des Systems (d Stangen, Fäden oder auch durch die bloſse Anziehung d Puncte unter einander) wird jener erste Punct während Zeit dt einen ganz andern Zuwachs seiner Geschwindi erhalten, den wir einstweilen durch dv bezeichnen wolle

Es ist also Pdt der Zuwachs der Geschwindigkeit freien und dv die in der That statt habende Geschwin keit des durch äuſsere Hindernisse gehemmten Punctes des stems, also ist auch Pdt — dv als eine verloren gegang Geschwindigkeit zu betrachten.

So wie aber, nach der oben angeführten Gleichung P = allgemein der unendlich kleine Zuwachs der Geschwindig dv, durch das Element dt der Zeit dividirt, die accelerirende K bezeichnet, so wird also auch die unendlich kleine verlo Geschwindigkeit Pdt — dv durch das Element der Zeit vidirt oder so wird auch die Gröſse $P - \frac{dv}{dt}$ die accel rende Kraft bezeichnen, welche diese Geschwindigkeit zu zeugen im Stande ist, und da, nach dem Vorhergehen die bewegende Kraft, die auf einen Körper wirkt, dessen M = m ist, gleich dem Producte dieser Masse in die accel rende Kraft ist, so wird endlich auch $m\left(P - \frac{dv}{dt}\right)$ dieje ge bewegende Kraft bezeichnen, die auf den ersten Kör des Systems wirkt, und welche, vermöge der äuſseren l dingungen, denen das System unterworfen seyn soll, verlo gegangen ist.

Ebenso wird man für die verlorene bewegende Kraft auf den zweiten Körper des Systems wirkenden Kraft ha $m'\left(P' - \frac{dv'}{dt}\right)$, und für den dritten Körper $m''\left(P'' - \frac{dv}{d}\right.$ und so fort für alle übrigen.

Da aber das System, wenn bloſs diese verlornen Kräfte auf dasselbe einwirken sollten, nothwendig im Gleichgewichte bleiben müſste, so wird man nach der oben angeführten allgemeinen Gleichung (A) für das Gleichgewicht des unter der Einwirkung dieser verlornen Kräfte stehenden Systems haben

$$\left(P-\frac{dv}{dt}\right)m\delta p+\left(P'-\frac{dv'}{dt}\right)m'\delta p'+\left(P''-\frac{dv''}{dt}\right)m''\delta p''+\ldots=0,$$

wo wieder p, p', p''...... die Richtungen der Kräfte P, P', P''.. bezeichnen.

Dieses vorausgesetzt läſst sich nun für den ersten Körper, dessen Masse m ist, die auf ihn wirkende Kraft in drei andere X, Y, Z nach den Richtungen von drei unter sich senkrechten Coordinaten zerlegen. Sind dann α, β, γ die Winkel, welche die Richtung p dieser Kraft P mit den Axen der x, y, z bildet, so hat man, wie oben,

$$\delta p=\delta x \text{ Cos.}\alpha+\delta y \text{ Cos.}\beta+\delta z \text{ Cos.}\gamma,$$

also auch

$$P\delta p=\delta x . P \text{ Cos.}\alpha+\delta y . P \text{ Cos.}\beta+\delta z . P \text{ Cos.}\gamma,$$

oder, da

$$P \text{Cos.}\alpha=X,\quad P\text{ Cos.}\beta=Y,\quad P\text{ Cos.}\gamma=Z \text{ ist},$$

$$P\delta p = X\delta x + Y\delta y + Z\delta z.$$

Weiter hat man nach dem Vorhergehenden die allgemeine Gleichung $v=\frac{ds}{dt}$, also auch, da dt constant ist, $dv=\frac{d^2s}{dt}$ und daher

$$dv\delta p=\frac{d^2s}{dt}(\delta x \text{ Cos.}\alpha+\delta y\text{ Cos.}\beta+\delta z\text{ Cos.}\gamma).$$

Es ist aber $dx = ds \text{ Cos.}\alpha$; $dy=ds\text{ Cos.}\beta$; $dz=ds\text{ Cos.}\gamma$, also auch, da α, β, γ constante Gröſsen sind,

$$d^2x=d^2s \text{ Cos.}\alpha;\quad d^2y=d^2s\text{ Cos.}\beta;\quad d^2z=d^2s\text{ Cos.}\gamma,$$

so daſs man daher hat

$$dv\delta p=\frac{d^2x}{dt}.\delta x+\frac{d^2y}{dt}.\delta y+\frac{d^2z}{dt}.\delta z.$$

Nimmt man diese beiden Ausdrücke $P\delta p$ und $dv\delta p$ zusammen, so erhält man für das erste Glied der vorhergehenden Gleichung des Gleichgewichts

$$\left(P-\frac{dv}{dt}\right) m\,\delta p = m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x + m\left(Y-\frac{d^2y}{dt^2}\right)\delta
+ m\left(Z-\frac{d^2z}{dt^2}\right)\delta$$

und ebenso wird man für das zweite Glied dieser Gleichun erhalten

$$\left(P'-\frac{dv'}{dt}\right) m'\,\delta p' = m'\left(X'-\frac{d^2x'}{dt^2}\right)\delta x' + m'\left(Y'-\frac{d^2y'}{dt^2}\right)\delta y'
+ m'\left(Z-\frac{d^2z'}{dt^2}\right)\delta z'$$

und so fort für alle folgende Glieder, so dafs man daher wenn man die Summe derselben nimmt, für die allgemein Gleichung des Gleichgewichts erhält

$$\Sigma m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x + \Sigma m\left(Y-\frac{d^2y}{dt^2}\right)\delta y
+ \Sigma m\left(Z-\frac{d^2z}{dt^2}\right)\delta z = 0 \ldots (VII)$$

wo das Zeichen Σ sich auf alle Körper des Systems erstreckt deren Massen $m, m', m'' \ldots\ldots$ sind, so dafs man z. B. hat

$$\Sigma m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x = m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x + m'\left(X'-\frac{d^2x'}{dt^2}\right)\delta x
+ m''\left(X''-\frac{d^2x''}{dt^2}\right)\delta x'' + \ldots \text{u. s. w}$$

Da nun die Gröfsen δx, $\delta x'$, $\delta x''$.. und ebenso δy, δz.. vo einander im Allgemeinen unabhängig sind, so wird man di Factoren dieser Gröfsen in der Gleichung (VII) jeden für sic gleich Null setzen und dadurch für jeden Körper des System drei Gleichungen erhalten.

Da aber die Gröfse dv, der Voraussetzung gemäfs, di in der That statt habende Zunahme der Geschwindigkeit de ersten Körpers während der Zeit dt ist, nämlich diejenige Zu nahme, welche den gegebenen Beschränkungen der Bewegun dieses Körpers oder den Nebenbedingungen der Aufgabe ent spricht, so werden auch die von dv abhängigen oder au dv abgeleiteten Gröfsen d^2x, d^2y, d^2z die in der That stat habenden Zunahmen des Weges seyn, welchen der Körpe unter der Wirkung der auf ihn wirkenden Kräfte und de

aus den Bedingungen seiner Bewegung folgenden Beschränkungen, nach den drei Richtungen der x, y und z zurücklegt.

Kann man daher auf irgend eine Art durch Integralrechnung dahin gelangen, aus der gegebenen Gleichung, die in Beziehung auf x, y und z für den ersten Körper eine Differentialrechnung der zweiten Ordnung oder eigentlich drei solchen Differentialgleichungen gleichgeltend ist, die ihr entsprechenden drei Differentialgleichungen der ersten Ordnung abzuleiten, oder die Werthe von dx, dy und dz in Functionen der Zeit t zu finden, so erhält man dadurch auch den Werth von

$$\sqrt{\frac{dx^2+dy^2+dz^2}{dt^2}} \text{ oder von } \frac{ds}{dt}$$

als Function von t, das heifst, man wird die *Geschwindigkeit* $v=\frac{ds}{dt}$ des Körpers in seiner Bahn für jede Zeit t angeben können.

Integrirt man dann diese drei Differentialgleichungen der ersten Ordnung noch einmal, so erhält man drei andere endliche Gleichungen, welche die Werthe von x, y und z, das heifst, welche den *Ort* des Körpers in seiner Bahn für jede Zeit t angeben. Eliminirt man endlich aus den letzten drei endlichen Gleichungen zwischen x, y, z und t diese letzte Gröfse oder die Zeit t, so erhält man zwei andere endliche Gleichungen blofs zwischen x, y und z, welche daher die Gleichungen der *Bahn* sind, in welcher der Körper während seiner Bewegung einhergeht.

Dasselbe wird auch von jedem der übrigen Körper des Systems gelten.

Bisher sind die Nebenbedingungen der Aufgabe in der Gleichung (VII) noch nicht ausdrücklich angezeigt worden. Nehmen wir nun an, dafs diese Bedingungen durch die Gleichungen ausgedrückt werden

$$L=0, \quad L'=0, \quad L''=0\ldots,$$

wo L, L', L''.... Functionen von x, y, z, x'...... bezeichnen, so wird das Differential der ersten dieser Gleichungen die Form haben

$$dL=\left(\frac{dL}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL}{dx'}\right)\delta x'+\ldots=0$$

und ebenso für die folgenden dL', dL'' u. s. w. Fügt man

dann, ganz nach dem oben in der Statik gezeigten Verfahr
der Gleichung (VII) noch den Ausdruck

$$\lambda dL + \lambda' dL' + \lambda'' dL'' + \ldots.$$

hinzu, und da jetzt, wo die Rücksicht auf die Nebenbedi
gungen der Aufgabe bereits genommen ist, die Gröfsen δx, δy,
so wie $\delta x'$, $\delta x''$ ..... alle von einander ganz unabhängig sir
so wird man für die gesuchten Gleichungen der Bewegung d
Systems erhalten

$$\left.\begin{array}{l} m\frac{d^2x}{dt^2} = mX + \frac{1}{dx}\Sigma.\lambda dL = 0 \\ m\frac{d^2y}{dt^2} = mY + \frac{1}{dy}\Sigma.\lambda dL = 0 \\ m\frac{d^2z}{dt^2} = mZ + \frac{1}{dz}\Sigma.\lambda dL = 0 \\ m'\frac{d^2x'}{dt'^2} = m'X' + \frac{1}{dx'}\Sigma.\lambda dL = 0 \text{ u. s. w.} \end{array}\right\} \ldots (VIII$$

wo wieder

$$\Sigma.\lambda dL = \lambda dL + \lambda' dL' + \lambda'' dL'' + \ldots,$$

also auch

$$\frac{1}{dx}\Sigma.\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right) + \lambda''\left(\frac{dL''}{dx}\right) + \ldots.$$

$$\frac{1}{dx'}\Sigma.\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx'}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx'}\right) + L''\left(\frac{dL''}{dx'}\right) + \text{u. s. w.}$$

Diese mit den Gleichungen (III) analogen Ausdrücke werde
ganz ebenso behandelt, wie oben von den Gleichungen (III
selbst gesagt worden ist.

Das Vorhergehende bezieht sich, wie man sieht, blof
auf die *progressive* Bewegung der Körper. So wie aber di
dynamischen Gleichungen (VIII) aus den analogen statische
entstanden sind, indem man den letzten noch die Gröfsen

$$-\Sigma m\frac{d^2x}{dt^2}, -\Sigma m\frac{d^2y}{dt^2}, -\Sigma m\frac{d^2z}{dt^2}$$

hinzufügte, so wird man auch die Gleichungen für die *drehende* Bewegung der Körper erhalten, wenn man in den Gleichungen (a), (b), (c), welche die Bedingungen des Gleichgewichts in Beziehung auf die drehende Bewegung enthalten, ebenfalls statt X, Y, Z die Gröfsen

$$X - \frac{d^2 x}{dt^2},\ Y - \frac{d^2 y}{dt^2},\ Z - \frac{d^2 z}{dt^2},$$

und statt des Summenzeichens Σ das Integrationszeichen S setzt, und endlich alle Glieder der Gleichung durch das Differential der Masse m des Körpers multiplicirt, so daſs man daher für die Gleichungen, welche die rotirende Bewegung des Körpers bestimmen, folgende Ausdrücke erhält:

$$\left.\begin{aligned} S\left(\frac{x d^2 y - y d^2 x}{dt^2}\right) dm &= S(Yx - Xy)\, dm \\ S\left(\frac{z d^2 x - x d^2 z}{dt^2}\right) dm &= S(Xz - Zx)\, dm \\ S\left(\frac{y d^2 z - z d^2 y}{dt^2}\right) dm &= S(Zy - Yz)\, dm \end{aligned}\right\} \quad \ldots \text{(IX)}$$

Die Gleichungen (VIII) und (IX) sind die allgemeinsten, welche man über die Bewegung der Körper aufgestellt hat, und sie enthalten im Grunde die Auflösung aller Aufgaben, die in der Dynamik fester Körper vorkommen. Ihre Entwickelungen für besondere Fälle können hier keinen Ort finden, so wenig, als die Ueberwindung der Schwierigkeiten, welche die Integrationen dieser Gleichungen dargeboten haben, und die auch bisher groſsentheils für den gegenwärtigen Zustand unserer Analysis für unüberwindlich gehalten werden müssen. Darin liegt einer der wichtigsten Beweggründe, warum alle diejenigen, welche die Kraft dazu in sich fühlen, zur Vervollkommnung dieser Analysis beitragen sollen. Hier wird es zur Vervollständigung des vorhergehenden Abrisses der Statik sowohl, als auch der Dynamik, hinreichen, noch einige allgemeine Bemerkungen über die Probleme, die man in beiden Wissenschaften aufstellen kann, nachzutragen und dadurch eine nähere Darstellung und Uebersicht des Inhalts derselben zur Kenntniſs der Leser zu bringen. Die Statik und Dynamik der flüssigen Körper ist hier ganz übergangen worden, weil diese beiden Gegenstände schon früher, in der ersten Abtheilung des fünften Bandes dieses Werkes, unter den Art. *Hydrodynamik* und *Hydrostatik* behandelt worden sind.

V. Allgemeine Bemerkungen zur Statik.

A. Eine der interessantesten Aufgaben der Statik ist d: durch welche das Gleichgewicht eines *Hebels* gesucht wir dieses Wort in der allgemeinsten Bedeutung genommen. Den man sich z. B. ein Gitter aus mehrern unter einander in a len Richtungen verbundenen Stangen bestehend, an welch Stangen in verschiedenen Puncten derselben gegebene Körp befestigt sind, auf welche Körper bestimmte Kräfte nach eber falls bestimmten Richtungen wirken, so heifst dieses gan: System von Körpern ein *Hebel der allgemeinsten Art* und d: Aufgabe besteht nun darin, die Bedingungen zu finden, unt welchen dieser Hebel mit allen seinen Körpern und den au sie wirkenden Kräften im Gleichgewichte stehen wird. Da die im fünften Bande dieses Werks unter dem Artikel „*Hebel* aufgestellte Vorrichtung nur den einfachsten von allen hier zu gleich betrachteten Fällen behandelt, ist für sich klar.

Bezeichnen wir die unter sich senkrechten Coordinaten de ersten dieser körperlichen Puncte, aus welchen der Hebel be stehn soll, durch x, y, z und reduciren wir alle die gegebe nen Kräfte P, P′ P″....., welche auf diesen Punct nach ge gebenen Richtungen wirken sollen, auf drei andere, jene Coordinaten parallele Kräfte, die wir durch X, Y, Z bezeich nen wollen. Für den zweiten und dritten und vierten Kör per dieses Systems wollen wir dieselben sechs Gröfsen x, y, und X, Y, Z mit einem, mit zwei und endlich mit dr Strichen bezeichnen. Man wird bald sehn, dafs die Betrach tung von mehr als vier Körpern ganz überflüssig ist, we man die hier für vier Körper erhaltenen Ausdrücke, ihre Symmetrie wegen, sofort und ohne Rechnung auch auf jed willkürliche Anzahl von Körpern fortsetzen kann.

Sey demnach	a	die Distanz des	1sten	Körpers	von dem	2ten
	a'		2.	-	- -	3.
	a''		1.	-	- -	3.
	a'''		1.	-	- -	4.
	a^{IV}		2.	-	- -	4.
	a^{V}		3.	-	- -	4.

so dafs man hat

$$a^2 = (x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2$$
$$a'^2 = (x'' - x')^2 + (y'' - y')^2 + (z'' - z')^2$$
$$a''^2 = (x'' - x)^2 + (y'' - y)^2 + (z'' - z)^2 \text{ u. s. w.}$$

und daher auch

$$\begin{aligned} a\,da = & (x' - x)(dx' - dx) \\ & + (y' - y)(dy' - dy) \\ & + (z' - z)(dz' - dz) \end{aligned}$$

und so fort für alle übrigen Gröſsen $a'da'$, $a''da''$......

Nimmt man, wie wir hier voraussetzen, die Distanzen aller dieser Körper unter sich als unveränderlich an, so werden ihre Variationen da, da', da''.... sämmtlich gleich Null seyn. Diese Gröſsen da, da', da''....., vertreten hier die Stelle der oben erwähnten Bedingungsgleichungen $dL = 0$, $dL' = 0$, $dL'' = 0$...., so daſs man daher nach der Gleichung (I) oder (III) für das Gleichgewicht des ganzen Systems den Ausdruck erhält

$$\begin{aligned} 0 = & X\,dx + Y\,dy + Z\,dz + \lambda\,da + \lambda'\,da' \\ & + X'\,dx' + Y'\,dz' + Z'\,dz' + \lambda''\,da'' + \lambda'''\,da''' \\ & + X''\,dx'' + Y''\,dy'' + Z''\,dz'' + \lambda^{iv}\,da^{iv} + \lambda^{v}\,da^{v}, \\ & + X'''\,dx''' + Y'''\,dy''' + Z'''\,dz''' \end{aligned}$$

wo λ, λ', λ''.... unbestimmte Factoren bezeichnen. Substituirt man in diesem Ausdrucke für da, da'.... die oben angezeigten Werthe, so werden alle Glieder desselben in eine von den zwölf Gröſsen dx, dy, dz, dx'...... multiplicirt erscheinen, und da diese Gröſsen unter sich unabhängig sind, so werden die Factoren derselben jeder für sich gleich Null seyn. Man erhält demnach folgende zwölf Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} X - \frac{\lambda}{a}(x' - x) - \frac{\lambda''}{a''}(x'' - x) - \frac{\lambda'''}{a'''}(x''' - x) &= 0 \\ X - \frac{\lambda}{a}(x - x') - \frac{\lambda'}{a'}(x'' - x') - \frac{\lambda^{iv}}{a^{iv}}(x''' - x') &= 0 \\ X'' - \frac{\lambda'}{a'}(x' - x'') - \frac{\lambda''}{a''}(x - x'') - \frac{\lambda^{v}}{a^{v}}(x''' - x'') &= 0 \\ X''' - \frac{\lambda'''}{a'''}(x - x''') - \frac{\lambda^{iv}}{a^{iv}}(x' - x''') - \frac{\lambda^{v}}{a^{v}}(x'' - x''') &= 0 \end{aligned}\right\}$$

mit den acht andern analogen, die man erhält, wenn man in den vier gegebenen die Gröſsen X und x in Y und y oder in Z und z verwandelt.

Wenn man aus diesen zwölf Gleichungen die sechs bestimmten Gröſsen $\lambda, \lambda' .. \lambda^v$ eliminirt, so erhält man, r einigen einfachen Reductionen, folgende sechs Ausdrücke:

$$X + X' + X'' + X''' = 0$$

und

$$(Xy - Yx) + (X'y' - Y'x') + (X''y'' - Y''x'') + (X'''y''' - Y'''x''') =$$

mit den vier andern, die man erhält, wenn man in der sten der vorhergehenden beiden die Gröſse X in Y oder ir und wenn man in der zweiten Y und y in Z und z, c wenn man X, Y, x und y in Y, Z, y und z verwand Schreibt man nämlich die beiden vorhergehenden Gleichun auf die bekannte abkürzende Weise so:

$$\Sigma X = 0$$

und

$$\Sigma(Xy - Yx) = 0,$$

so hat man als Endresultat jener Elimination die folgenc sechs Gleichungen:

$$\Sigma X = 0,$$
$$\Sigma Y = 0,$$
$$\Sigma Z = 0,$$
$$\Sigma(Xy - Yx) = 0,$$
$$\Sigma(Xz - Zx) = 0,$$
$$\Sigma(Yz - Zy) = 0,$$

und man sieht schon aus der Form dieser Ausdrücke, daſs : sich nicht bloſs auf vier, sondern auf eine ganz willkürlic Anzahl von körperlichen Puncten erstrecken.

Diese sechs Gleichungen sind aber ganz dieselben, welc wir oben, zu Ende der Statik, in derselben Ordnung dur H, I, K und durch L, M, N bezeichnet haben. Wir hä ten sie daher auch hier als bereits bekannt voraussetzen kör nen, aber es schien interessant, sie auch noch auf diesem se einfachen Wege abzuleiten.

Verbindet man die sechs letzten Gleichungen mit de sechs ersten, welche die Distanzen a, a', a''..... der körpe lichen Puncte angeben, so hat man 12 Gleichungen, aus wel chen man die 12 unbekannten Gröſsen x, y, z, x', y', z' u. s. v bestimmen kann, und durch die letzten 12 Gröſsen sind di Orte der vier Körper gegeben, welche sie für den Fall de Gleichgewichtes einnehmen müssen.

Sollten aber die gegebenen Kräfte P, P'.... nicht im Stande seyn, das System im Gleichgewichte zu erhalten, so kann auch der Fall eintreten, daſs alle diese Kräfte auf eine einzige mittlere Kraft zurückgebracht werden können, und dieses wird geschehn, wenn man, nach dem Vorhergehenden, die Gleichung hat

$$KL + IM + HN = 0.$$

Heiſst dann R diese mittlere Kraft und sind A, B, C die Winkel ihrer Richtung mit den Axen der x, y, z, so hat man (wie oben)

$$R = \sqrt{H^2 + I^2 + K^2}$$

und

$$\text{Cos.}\, A = \frac{H}{R}, \quad \text{Cos.}\, B = \frac{I}{R}, \quad \text{Cos.}\, C = \frac{K}{R}.$$

Ist ein Punct des Systems fest, so kann man dafür den ersten Punct annehmen und ihn zugleich in den Anfang der Coordinaten legen. Dadurch verschwinden die Gröſsen x, y, z und die Bedingungen des Gleichgewichts reduciren sich auf folgende drei Gleichungen:

$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0.$$

Sind zwei Puncte des Systems fest, so kann man dafür die beiden ersten körperlichen Puncte annehmen und ihre Distanz zugleich in die Axe der z legen. Dann reduciren sich alle 6 vorhergehenden Bedingungen des Gleichgewichts auf die einzige Gleichung

$$L = 0.$$

Soll ein Punct des Systems gezwungen seyn, auf der Ebene der x, y zu bleiben, so hat man für das Gleichgewicht die 5 Gleichungen

$$H = 0, \; I = 0,$$
$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0.$$

Sollen zwei Puncte des Systems auf der Ebene der x, y bleiben, so hat man für das Gleichgewicht die 4 Gleichungen:

$$H = 0, \quad I = 0,$$
$$L = 0, \; N = 0.$$

Soll endlich das System mit drei oder auch mit mehrern Puncten auf der Ebene der x, y bleiben, so hat man für das Gleichgewicht die 3 Gleichungen

$$H = 0, \quad I = 0, \quad L = 0.$$

Alle diese verschiedenen Fälle lassen sich wieder je den Richtungen, welche die Kräfte unter sich bilden, in terabtheilungen bringen. Wir wollen nur einige derse kurz anzeigen.

Wenn erstens die körperlichen Puncte des Systems w kürlich im Raume vertheilt sind, alle Richtungen der da wirkenden Kräfte aber in Ebenen liegen, die der coordini Ebene der x, z parallel sind, so sind in dem Vorhergehen alle β gleich 90° und alle γ gleich $90° - \alpha$, so dafs man d für ein ganz freies System unter der Einwirkung sol Kräfte für das Gleichgewicht die folgenden 5 Gleichun hat

$$\Sigma P \operatorname{Cos}.\alpha = 0, \quad \Sigma P y \operatorname{Cos}.\alpha = 0,$$
$$\Sigma P \operatorname{Sin}.\alpha = 0, \quad \Sigma P y \operatorname{Sin}.\alpha = 0,$$

und

$$\Sigma P (z \operatorname{Cos}.\alpha - x \operatorname{Sin}.\alpha) = 0,$$

wo, wie oben, $X = P \operatorname{Cos}.\alpha$, $Y = P \operatorname{Sin}.\alpha$ u. f.

Wenn aber zweitens alle körperliche Puncte in der E ne der x, y und alle Richtungen der Kräfte in Ebenen, mit x, z parallel sind, liegen, so sind alle β gleich 90°, γ gleich $90° - \alpha$ und überdiefs alle z gleich Null, so man daher, wieder für ein freies System, die 5 Gleichun hat

$$\Sigma . P \operatorname{Cos}.\alpha = 0, \quad \Sigma P x \operatorname{Sin}.\alpha = 0,$$
$$\Sigma . P \operatorname{Sin}.\alpha = 0, \quad \Sigma P y \operatorname{Sin}.\alpha = 0,$$

und

$$\Sigma P y \operatorname{Cos}.\alpha = 0.$$

Wenn drittens alle Körper und alle Richtungen der Kr in derselben Ebene, z.B. in der der x, z liegen, so sind all gleich 90°, alle γ gleich $90° - \alpha$ und alle y gleich Null, dafs man also für das Gleichgewicht nur die drei Gleichung hat

$$\Sigma . P \operatorname{Cos}.\alpha = 0,$$
$$\Sigma . P \operatorname{Sin}.\alpha = 0,$$
$$\Sigma . P (z \operatorname{Cos}.\alpha - x \operatorname{Sin}.\alpha) = 0.$$

Wenn viertens alle Körper in einer einzigen geraden L nie liegen, aber die Kräfte nach allen Richtungen im Rau zerstreut sind, so wird man blofs alle y und alle z glei Null setzen und so für das Gleichgewicht die 5 Gleichung erhalten

$$\Sigma.P\,Cos.\,\alpha=0 \quad \text{und} \quad \Sigma.P\,x\,Cos.\,\beta=0$$
$$\Sigma.P\,Cos.\,\beta=0 \qquad \Sigma.P\,x\,Cos.\,\gamma=0.$$
$$\Sigma.P\,Cos.\,\gamma=0$$

Wenn fünftens alle Körper wieder in einer einzigen geraden Linie, die Richtungen der Kräfte aber sämmtlich auf dieser geraden senkrecht stehen, so wird man alle α gleich 90° und alle γ gleich $90^\circ - \beta$ annehmen, wodurch man die 4 Gleichungen erhält

$$\Sigma.P\,Cos.\,\beta=0 \quad \text{und} \quad \Sigma.P\,x\,Cos.\,\beta=0$$
$$\Sigma.P\,Sin.\,\beta=0 \qquad \Sigma.P\,x\,Sin.\,\beta=0.$$

Wenn sechstens alle Körper in einer einzigen geraden Linie und alle Richtungen der Kräfte in einer Ebene liegen, in welcher also auch jene gerade Linie liegt, so wird man alle y und z gleich Null, alle β gleich 90° und alle $\gamma = 90^\circ - \alpha$ setzen, wodurch man für das Gleichgewicht eines solchen Hebels die drei Gleichungen erhält

$$\Sigma.P\,Cos.\,\alpha=0$$
$$\Sigma.P\,Sin.\,\alpha=0$$
$$\Sigma.P\,x\,Sin.\,\alpha=0.$$

Wenn siebentens alle Körper in einer gebrochenen geraden Linie und alle Richtungen der Kräfte in einer Ebene liegen und zugleich unter sich selbst sämmtlich parallel sind, so wird man in den 6 vorhergehenden allgemeinen Gleichungen alle α, alle β und alle γ unter sich gleich annehmen. Nimmt man überdiefs, ohne der Allgemeinheit der Aufgabe Eintrag zu thun, an, dafs die Richtungen aller Kräfte mit der Axe der z parallel sind, während jene gebrochene gerade Linie ganz in der Ebene der x, y liegt, so sind alle α und alle β gleich 90° und alle γ gleich Null, so dafs man daher für das Gleichgewicht die drei Gleichungen hat

$$\Sigma.P=0, \quad \Sigma.P\,x=0 \quad \text{und} \quad \Sigma.P\,y=0.$$

Wenn endlich achtens alle Körper in einer einzigen, auch gebrochenen Geraden, die aber ganz in der Ebene der x, z liegt, enthalten und auch alle Richtungen der Kräfte in derselben Ebene der x, z und unter sich parallel sind, so hat man für das Gleichgewicht blofs die zwei Gleichungen

$$\Sigma.P=0 \quad \text{und} \quad \Sigma.P\,x=0.$$

Das Vorhergehende zeigt die Allgemeinheit des Problems, welches wir im Anfange dieses Abschnittes aufgelöst haben, und die grofse Anzahl der speciellen Fälle, welche in jener

Auflösung enthalten sind. So bezieht sich z. B. der zweite di
speciellen Fälle auf einen ebenen, in mehrern seinen Pun
mit Körpern belegten Tisch, auf welchen Kräfte nach gegebe
Richtungen wirken; ebenso bezieht sich der dritte Fall
einen gebrochenen Hebel, der vierte auf einen geradlini
Hebel in seiner allgemeinsten Bedeutung, wo nämlich die
diese Gerade wirkenden Kräfte alle mögliche Richtungen
ben können, der sechste Fall auf einen geradlinigen He
bei welchem die Richtungen der Kräfte wohl alle mögl
Winkel mit der Gerade bilden, aber doch zugleich sämmt
in einer und derselben Ebene sind, und der achte Fall e
lich ist der des gewöhnlichen gebrochenen oder geradlinigen
bels, auf welchen die Schwere nach unter sich parallelen Ri
tungen wirkt. Man sieht z. B. aus den zwei Gleichun
dieses achten Falls, daſs, vermöge der ersten $\Sigma . P = 0$,
Summe aller auf das System wirkender Kräfte gleich
seyn muſs, wenn Gleichgewicht statt finden soll, und daſs ül
dieſs, vermöge der andern Gleichung $\Sigma . Px = 0$, die S
me der Momente aller Kräfte in Beziehung auf eine
Richtungen dieser Kräfte parallele Ebene gleich Null s
muſs, wenn Gleichgewicht in der That statt haben soll,
es für diesen letzten und einfachsten Fall bereits seit la
Zeit bekannt ist.

Jeder dieser einzelnen Fälle kann nun wieder für die
sondern Voraussetzungen untersucht werden, daſs in dem
gebenen Systeme ein oder auch zwei feste Puncte sind,
auch, daſs die gegebenen Kräfte an sich kein Gleichgew
erzeugen können, und daſs daher eine neue Kraft R in i
Gröſse und Richtung zu suchen ist, welche, mit den geg
nen Kräften P, P′, P″.. verbunden, das Gleichgewicht
Systems hervorbringt, wie wir dieses oben bei der allge
nen Auflösung des Problems ausgeführt haben und hier,
jeden speciellen Fall, der Kürze wegen nicht wiederh
wollen.

B. Es würde dem gegenwärtigen Orte nicht angeme
seyn, alle ähnlichen Probleme, so allgemein und interes
sie auch an sich selbst seyn mögen, ebenso umständlich du
zugehn, wie dieses so eben mit der Theorie des *Hebels*,
der allgemeinsten Bedeutung des Wortes, geschehen ist.
wird daher genügen, die vorzüglichsten dieser Probleme

nur kurz anzuzeigen und für eine weitere Auseinandersetzung derselben die Leser auf den ersten Theil der Mécanique analytique von LAGRANGE[1] zu verweisen.

Wenn in dem vorhergehenden Probleme die Fäden, welche die einzelnen Körper des Systems unter sich verbinden, nicht unveränderlich sind, wie dort vorausgesetzt worden ist, sondern wenn sie sich, wegen ihrer Elasticität, ausdehnen und zusammenziehn, so kann man nicht mehr, wie zuvor, $da=0$, $da'=0$ u. s. w. annehmen. Sind nämlich A, A', A''... die elastischen Kräfte der Fäden a, a', a''......, so wird dann die Gleichung des Gleichgewichtes, dem allgemeinen Ausdrucke (I) oder (III) zufolge, seyn

$$\begin{array}{lll} X dx & + Y dy & + Z dz \\ X' dx' & + Y' dy' & + Z' dz' \\ X'' dx'' & + Y'' dy'' & + Z'' dz'' \ldots \\ + X''' dx''' & + Y''' dy''' & + Z''' dz''' \\ + A da & + A' da' & + A'' da'' + \ldots = 0, \end{array}$$

wo man also wieder für da, da'..... ihre vorhergehenden Werthe in dx, dx'.. setzen und dann die erhaltene Gleichung zwölf andern gleich setzen wird, wie zuvor.

Wollte man etwa annehmen, daſs die Fäden a, a', a''..... wohl unveränderlich sind, daſs aber z. B. der zweite Körper längst dem Faden, der ihn mit dem ersten und dritten verbindet, frei hin und wieder gleiten kann, so hat man $a + a' =$ Const., also auch $da + da' = 0$. Für diesen Fall wird man also in der so eben aufgestellten Gleichung des Gleichgewichts statt der Gröſse $A da + A' da' + \ldots\ldots$ den Ausdruck $\lambda(da + da')$ setzen.

Ist aber die Feder, welche die drei ersten Körper verbindet, an dem Orte, den der zweite Körper einnimmt, elastisch, so daſs wohl die Distanzen a und a', jede für sich, constant sind, daſs aber der Winkel dieser beiden Distanzen veränderlich ist, so wird man, wenn E die elastische Kraft und e jenen Winkel bezeichnet, in der vorhergehenden Gleichung statt der Gröſse $A da + A' da' + \ldots$ die Gröſse $E de + \lambda da + \lambda' da'$ setzen.

C. Um das Gleichgewicht eines biegsamen und unaus-

---

1 Namentlich p. 105 bis 174 der neuen Auflage.

dehnbaren Fadens zu finden, dessen sämmtliche Puncte du gegebene Kräfte afficirt werden, hat man zuerst

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

also auch

$$S\lambda\delta ds = S\frac{\lambda dx}{ds}\delta dx + S\frac{\lambda dy}{ds}\delta dy + S\frac{\lambda dz}{ds}\delta dz.$$

Es ist aber überhaupt

$$\int u d\delta t = u\delta t - \int du\delta t,$$

also ist auch, wenn man $u = \frac{\lambda dx}{ds}$ und $t = x$ setzt,

$$S\frac{\lambda dx}{ds}\delta dx = \frac{\lambda dx}{ds}\delta x - Sd.\frac{\lambda dx}{ds}\delta x,$$

und da hier das Glied aufser dem Integralzeichen S sich bl auf den Endpunct des Fadens beziehen kann, so hat m wenn man dasselbe hier ganz aufser Betrachtung läfst, für gesuchte Gleichung des Gleichgewichts des Fadens, auf w chen blofs die Kräfte X, Y, Z wirken, nach der vorher henden Gleichung (III), wenn dm das eine Element der Ma des Fadens bezeichnet,

$$\left.\begin{aligned} Xdm - d.\frac{\lambda dx}{ds} &= 0 \\ Ydm - d.\frac{\lambda dy}{ds} &= 0 \\ Zdm - d.\frac{\lambda dz}{ds} &= 0 \end{aligned}\right\}.$$

Integrirt man diese drei Gleichungen und nennt man A, B die Constanten dieser Integrationen, so erhält man, wenn n dann aus diesen drei Integrationen den unbestimmten Facto eliminirt,

$$(A + \int Xdm)dy = (B + \int Ydm)dx,$$
$$(A + \int Xdm)dz = (C + \int Zdm)dx,$$

und dieses sind die allgemeinsten Gleichungen der sogenan ten *Kettenlinie*.

Soll derselbe Faden unter der Einwirkung der Kr X, Y, Z auf der Fläche, deren Gleichung $dz = pdx + q$ ist, liegen und daselbst im Gleichgewichte bleiben, so man auch $\delta z = p\delta x + q\delta y$ und daher, nach (III), das Gleichgewicht den Ausdruck

$$\left(Xdm - d.\frac{\lambda dx}{ds}\right)\delta x + \left(Ydm - d.\frac{\lambda dy}{ds}\right)\delta y$$
$$+ \left(Zdm - d.\frac{\lambda dz}{ds}\right)(p\delta x + q\delta y) = 0.$$

Setzt man also die beiden Factoren vor δx und δy, jeden für sich, gleich Null, so hat man für das Gleichgewicht des Fadens auf der Fläche die zwei Gleichungen

$$Xdm - d.\frac{\lambda dx}{ds} + p\left(Zdm - d.\frac{\lambda dz}{ds}\right) = 0$$

$$Ydm - d.\frac{\lambda dy}{ds} + q\left(Zdm - d.\frac{\lambda dz}{ds}\right) = 0.$$

Auf diese Weise kann man fortgehn und zu immer höhern Problemen aufsteigen. Wir begnügen uns hier zum Schlusse dieses Gegenstandes die Gleichungen des Gleichgewichts eines Körpers von gegebener Gestalt anzuführen, auf welchen die drei Kräfte X, Y, Z nach der Richtung der drei Coordinaten x, y, z wirken und dessen Bewegung hier als frei betrachtet wird. Allein diese Gleichungen haben wir im Grunde schon oben (am Schlusse der No. III) gefunden. Bezeichnet nämlich m die Masse des ganzen Körpers, so hat man für das Gleichgewicht desselben die sechs folgenden Gleichungen:

$$SXdm = 0, \quad SYdm = 0, \quad SZdm = 0,$$
$$S(Xy - Yx)dm = 0, \quad S(Zx - Xz)dm = 0, \quad S(Yz - Zy)dm = 0,$$

von welchen, wie man weiſs, die drei ersten der progressiven und die drei andern der rotirenden Bewegung angehören.

D. Eins der interessantesten Kapitel in der Lehre von dem Gleichgewichte der festen Körper ist die Bestimmung des Schwerpunctes derselben, daher wir auch für diese Untersuchung die vorzüglichsten Ausdrücke hier kurz zusammenstellen.

1) *Schwerpunct einer geraden oder krummen Linie.* Sind x, y, z die drei rechtwinkligen Coordinaten irgend eines Punctes der Linie und bezeichnet man durch X, Y, Z die analogen Coordinaten des Schwerpunctes dieser Linie, so hat man

$$X = \frac{1}{s}\int x\,ds, \quad Y = \frac{1}{s}\int y\,ds, \quad Z = \frac{1}{s}\int z\,ds,$$

wo $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$ das Element dieser Linie und

daher s das Integral dieses Elements bezeichnet. Für eb
Curven kann man z gleich Null setzen.

2) *Schwerpunct der Oberflächen ebener Curven.* Um
Coordinaten X, Y der ebenen Fläche zu finden, die von
ner Curve, deren Gleichung zwischen x und y gegeben
und von zwei bestimmten Coordinaten dieser Curve ein
schlossen ist, hat man

$$X = \frac{\int y x d x}{\int y d x}, \quad Y = \frac{\frac{1}{2}\int y^2 d x}{\int y d x}.$$

3) *Schwerpunct der Oberfläche eines Körpers.* Wenn
Gleichung dieser Oberfläche $dz = p dx + q dy$ ist und w
man der Kürze wegen $U = dx dy \sqrt{1 + p^2 + q^2}$ setzt, so
man für die gesuchten Coordinaten des Schwerpunctes

$$X = \frac{\int\int U x}{\int\int U}, \quad Y = \frac{\int\int U y}{\int\int U}, \quad Z = \frac{\int\int U z}{\int\int U}.$$

4) Ist diese Oberfläche durch Rotation einer ebenen C
ve um die Axe der x entstanden, so liegt der Schwerpu
der Fläche in dieser Axe und seine Entfernung von d
Anfangspuncte der Coordinaten ist, wenn $ds = \sqrt{dx^2 + d}$
ist,

$$X = \frac{\int y x d s}{\int y d s}.$$

5) *Schwerpunct eines Körpers.* Sind x, y, z die Co
dinaten eines willkürlichen Punctes des Körpers und X, Y,
die analogen Coordinaten des Schwerpunctes desselben, u
nennt man Δ die Dichtigkeit eines Elements der körperlic
Masse m dieses Körpers, so ist $dm = dx dy dz$ und n
hat

$$X = \frac{1}{m}\int\int\int x\, dm, \quad Y = \frac{1}{m}\int\int\int y\, dm, \quad Z = \frac{1}{m}\int\int\int z\, dm,$$

wo daher $m = \int\int\int \varrho\, dx dy dz$ und wo endlich für Kör
von homogener Masse $m = a\int\int\int dx dy dz$ oder a eine c
stante Gröſse ist.

Dieselben Gleichungen kann man auch noch auf folger
Art ausdrücken, wodurch ihre Integration in vielen Fällen s
erleichtert wird. Nennt man r die Entfernung eines Eleme
dm des Körpers von dem Anfangspuncte der Coordinaten,
den Winkel, welchen r mit der Axe der x bildet, und e
lich β den Winkel, welchen die durch r und durch die A

der z gehende Ebene mit der Ebene der x, y macht, so hat man

$$dm = \Delta r^2 \,\mathrm{Sin.}\alpha . dr\, d\alpha\, d\beta$$

und

$$X = \frac{1}{m} \int\int\int \Delta r^3 \,\mathrm{Sin.}\,\alpha \,\mathrm{Cos.}\,\alpha\, dr\, d\alpha\, d\beta,$$

$$Y = \frac{1}{m} \int\int\int \Delta r^3 \,\mathrm{Sin.}^2 \alpha \,\mathrm{Cos.}\beta\, dr\, d\alpha\, d\beta,$$

$$Z = \frac{1}{m} \int\int\int \Delta r^3 \,\mathrm{Sin.}^2 \alpha \,\mathrm{Sin.}\beta\, dr\, d\alpha\, d\beta.$$

VI. Allgemeine Bemerkungen zur Dynamik.

A. Bewegung einzelner Körper.

Beinahe alle Aufgaben der Dynamik können durch die oben gegebenen Gleichungen (VIII) aufgelöst werden, daher wir uns auch im Folgenden vorzüglich auf diese Gleichungen beziehn.

1) Betrachten wir zuerst nur einen einzigen körperlichen Punct. Wenn keine stets thätigen Kräfte auf ihn wirken, sondern nur eine einen Augenblick wirksame Kraft, gleich einem momentanen Stofse, ihn nach der Richtung der x bewegt, so fallen von den Gleichungen (VIII) alle, bis auf die erste, weg, und auch diese geht in die folgende sehr einfache über

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = 0,$$

deren Integrale sind $\frac{dx}{dt} = a$ und $x = at + b$. In diesem Falle wird also der Körper mit der constanten Geschwindigkeit a in der Zeit t die gerade Linie $x = at + b$ beschreiben, wie es dem Gesetze der Trägheit gemäfs ist.

2) Wird aber der Körper durch eine constante, immer thätige Kraft g, wie z. B. durch die Schwere der Erde, in der Richtung der Axe der z getrieben, so geht die erste der Gleichungen (VIII) in folgende über

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = 2g,$$

deren Integrale sind $\frac{dz}{dt}$ oder $v = 2gt + a$ und $z = gt^2 + at$ ·
oder der Körper legt mit der Geschwindigkeit v in der
t den Raum z zurück. Die Gröſse a ist die anfängliche
schwindigkeit des Körpers und b der vor dem Anfange
Zeit bereits zurückgelegte Raum. Ist $a = b = 0$, so hat m

$$v = 2gt \text{ und } z = gt^2,$$

die bereits oben erwähnten Gleichungen für den freien
der Körper, die GALILEI gefunden und dadurch den Gr
zu der neuen Wissenschaft der Dynamik gelegt hat.

3) Ist aber diese nach der Richtung der z wirkende K
nicht constant, sondern verhält sie sich verkehrt wie das Q
drat der Entfernung des Körpers von dem Mittelpuncte die
Kraft, wie dieses in der That, bei gröſsern Entfernungen v
der Erde, mit der Schwere der Fall ist, so sey a die anfä
liche und z jede andere Entfernung des Körpers von d
Mittelpuncte der Erde, deren Halbmesser gleich r seyn s
Dieses vorausgesetzt hat man, wenn wieder 2g die Schwere
der Oberfläche der Erde bezeichnet,

$$2g : Z = \frac{1}{r^2} : \frac{1}{(a-z)^2} \text{ oder } Z = \frac{2gr^2}{(a-z)^2}$$

und die Gleichungen (VIII) gehen daher in die folger
über

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{2gr^2}{(a-z)^2},$$

deren Integrale sind $\frac{dz}{dt}$ oder $v = r\sqrt{\frac{4gz}{a(a-z)}}$ und

$$t = \frac{1}{r}\left(\frac{a}{4g}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\sqrt{az - z^2} + \frac{a}{2} \text{ Arc. Cos. } \frac{a-2z}{a}\right].$$

4) Soll sich aber diese nach z wirkende Kraft wie
Entfernung des Körpers vom Mittelpuncte der Erde verhalt
ein Fall, der bekanntlich im Innern der Erde, in tiefen Schac
ten u. dgl. statt findet, so hat man nach den Gleichung
(VIII)

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{2g}{r}(r - z)$$

und davon sind die Integrale

$$v = \sqrt{\frac{2g}{r}(r^2 - (r-z)^2)} \text{ und } z = r - r \text{ Cos. } t\sqrt{\frac{2g}{r}}.$$

5) Nehmen wir wieder die nach z gerichtete Kraft 2g der Erde constant an und suchen wir die Bewegung des Körpers in einem widerstehenden Mittel, z. B. in der Atmosphäre. Wenn man, wie gewöhnlich, annimmt, daſs dieser Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit des Körpers proportional ist, so gehn die Gleichungen (VIII) in folgende einzelne über

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = 2g - mv^2,$$

wo v die Geschwindigkeit des Körpers und m eine constante Gröſse bezeichnet. Wird diese Gleichung zweimal integrirt, so findet man die Geschwindigkeit v des Körpers für jede Zeit t durch die Gleichung

$$e^{2t\sqrt{2gm}} = \frac{\sqrt{2g} + v\sqrt{m}}{\sqrt{2g} - v\sqrt{m}},$$

wo log. nat. e = 1 ist, und den in der Zeit t durchlaufenen Raum z, da v bereits bekannt ist, durch die Gleichung

$$2mz + \text{Log.}\left(1 - \frac{mv^2}{2g}\right) = 0.$$

Diese Ausdrücke geben die Bewegung der im widerstehenden Mittel fallenden Körper. Wird aber der Körper in diesem Mittel senkrecht aufwärts geworfen, so hat man

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = -2g - mv^2$$

und davon sind die Integrale, wenn v = a für z = 0 ist,

$$z = \frac{1}{2m} \text{Log.} \frac{2g + a^2 m}{2g + v^2 m}$$

und

$$t = \frac{1}{\sqrt{2gm}} \left[\text{Arc. Tang. } a\sqrt{\frac{m}{2g}} - \text{Arc. Tg. } v\sqrt{\frac{m}{2g}}\right].$$

6) Es bewege sich nun ein von derselben constanten Schwere 2g getriebener Körper im freien Raume, aber auf einer gegebenen schiefen Ebene.

Da der Körper auf dieser Ebene offenbar eine gerade Linie beschreiben wird, so kann man, ohne der Allgemeinheit des Problems zu schaden, die Ebene der x, z in jene gerade Linie legen. Die Gleichung einer auf der coordinirten Ebene der x, z senkrechten Ebene ist aber

$$L = ax - z = 0, \text{ also auch} \left(\frac{dL}{dx}\right) = a \text{ und} \left(\frac{dL}{dz}\right) = -1.$$

Es bleiben daher für unsern Fall von den Gleichu (VIII) nur die erste und dritte übrig, und diese werden $X=0$ und $Z=2g$ ist, die Form annehmen

$$\frac{d^2x}{dt^2}=\lambda a \text{ und } \frac{d^2z}{dt^2}=2g-\lambda.$$

Eliminirt man daraus die unbestimmte Gröfse λ, so e man

$$d^2z+\frac{d^2x}{a}-2g\,dt^2=0$$

und die Integrale dieser Gleichung sind, wenn Tang. α gesetzt wird,

$$\frac{dx}{dt}=gt\,\text{Sin.}2\alpha \qquad x=\tfrac{1}{2}gt^2.\,\text{Sin.}2a$$

$$\frac{dz}{dt}=2gt\,\text{Sin.}^2\alpha \qquad z=gt^2.\,\text{Sin.}^2a$$

$$\sqrt{\frac{dx^2+dz^2}{dt^2}}=2gt\,\text{Sin.}\alpha,\quad \sqrt{x^2+z^2}=gt^2\,\text{Sin.}\alpha.$$

Die drei ersten dieser Gleichungen geben die Geschwin keit des Körpers nach der Richtung der x, der z und nach Richtung seiner Bahn, und die drei letzten geben den in Zeit t zurückgelegten Weg in horizontaler, verticaler und der der schiefen Ebene parallelen Richtung. Endlich ist *Druck*, den die Ebene von dem Körper erleidet,

$$D=\lambda\sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2+\left(\frac{dL}{dz}\right)^2}=\frac{\lambda}{\text{Cos.}\,\alpha},$$

oder da $\lambda=2g\,\text{Cos.}^2\alpha$ ist, so hat man für diesen Druck

$$D=2g\,\text{Cos.}\,\alpha.$$

Die vorhergehenden Ausdrücke enthalten die bekannte The der Bewegung schwerer Körper auf der schiefen Ebene.

7) Wenn ein Körper, auf welchen blofs die consta Kraft 2g der Schwere nach der Richtung der z wirkt, ü der Oberfläche der Erde gegen den Horizont schief gewor wird, so bleiben von den Gleichungen (VIII) blofs die d ersten übrig, und da $X=Y=0$, $Z=-2g$ und $\lambda=0$ so hat man

$$0=\frac{d^2x}{dt^2},\ 0=\frac{d^2y}{dt^2},\ 0=\frac{d^2z}{dt^2}+2g.$$

Die beiden ersten geben $dx=A\,dt$, $dy=B\,dt$, also au

$Ay = Bx$ oder die Gleichung einer geraden Linie für die Projection der gesuchten Bahn des Körpers in der horizontalen Ebene der x, y. Man kann daher $y = 0$ annehmen, wodurch man erhält

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0 \text{ und } \frac{d^2z}{dt^2} + 2g = 0.$$

Die Integrale dieser Gleichungen sind, wenn a die anfängliche Geschwindigkeit des Körpers und α den Winkel ihrer Richtung mit der Axe der x bezeichnet,

$$\frac{dx}{dt} = a \operatorname{Cos.} \alpha \qquad x = at \operatorname{Cos.} \alpha$$

$$\frac{dz}{dt} = -2gt + a \operatorname{Sin.} \alpha, \quad z = -gt^2 + at \operatorname{Sin.} \alpha$$

$$\sqrt{\frac{dx^2 + dz^2}{dt^2}} = \sqrt{a^2 - 4gz},$$

wodurch die Geschwindigkeit des Körpers und sein Ort im Raume (durch die Coordinaten x und y) für jede gegebene Zeit t ausgedrückt wird. Eliminirt man aus den beiden letzten Gleichungen die Gröfse t, so erhält man

$$z = x \operatorname{Tg.} \alpha - \frac{2gx^2}{2a^2 \operatorname{Cos.}^2 \alpha},$$

die Gleichung der *Bahn* des Körpers, die bekanntlich eine Parabel ist.

Die vorhergehenden Ausdrücke enthalten die ganze Theorie der im freien Raume über der Oberfläche der Erde schief geworfenen Körper.

8) Wird aber der Körper über der Oberfläche der Erde im widerstehenden Mittel, z. B. der Luft, geworfen, und nimmt man den Widerstand der Luft wieder dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional an, so dafs man für ihn den Ausdruck hat mv^2 oder $\frac{m\,ds^2}{dt^2}$, wo $ds^2 = dx^2 + dy^2$ ist, so wird man statt jener beiden Grundgleichungen die zwei folgenden haben

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{m\,ds\,dx}{dt^2} = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{m\,ds\,dz}{dt^2} + 2g = 0,$$

und ihre Integration, die aber mehrere Schwierigkeiten d
bietet, wird die gesuchten Ausdrücke geben.

9) Setzen wir nun voraus, dafs der Körper unter
Wirkung der constanten, nach z gerichteten Schwere auf
Oberfläche einer Kugel, deren Radius r ist, zu bleiben
zwungen seyn soll, da die Gleichung der Kugel ist

$$L = 0 = x^2 + y^2 + z^2 - r^2,$$

so werden die drei ersten Gleichungen (VIII) in folge
übergehn

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\lambda x = 0,$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\lambda y = 0,$$

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + 2\lambda z - 2g = 0,$$

und für den Druck des Körpers auf die Kugel wird r
haben

$$D = \lambda \sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz}\right)^2} = 2\lambda r,$$

oder da $\lambda = \frac{3gz + A}{r^2}$ ist, $D = \frac{6gz + A}{r}$, wo A eine co
stante Gröfse ist.

Jene drei Gleichungen lassen sich leicht auf folgende d
erste Differentialgleichungen bringen

$$\left.\begin{aligned} x\,dx + y\,dy + z\,dz &= 0 \\ x\,dy - y\,dx &= B\,dt \\ \frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{dt^2} &= A + 4gz \end{aligned}\right\},$$

wo A und B zwei constante Gröfsen sind. Diese drei G
chungen enthalten die ganze Theorie der Pendel. Sie ne
men eine einfachere Gestalt an, wenn man $x = r\, \text{Sin.}\,\alpha\, \text{Cos.}$
$y = r\, \text{Sin.}\,\alpha\, \text{Sin.}\,\beta$ und $z = r\, \text{Cos.}\,\alpha$ setzt. Dann gehn nä
lich die vorhergehenden drei Gleichungen in folgende zw
über

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2\alpha}{dt^2} - \frac{d\beta^2\, \text{Sin.}\,2\alpha}{2\,dt^2} + \frac{2g}{r}\, \text{Sin.}\,\alpha &= 0 \\ d.\left(\frac{d\beta\, \text{Sin.}^2\,\alpha}{dt^2}\right) &= 0 \end{aligned}\right\}.$$

ist der Faden mit der Zeit in seiner Länge veränderlich, also ausdehnbar, so werden diese zwei Gleichungen folgende Gestalt annehmen

$$\left.\begin{array}{l} d.\frac{r^2 d\alpha}{dt^2} - \frac{r^2 d\beta^2}{2dt^2} \text{ Sin.} 2\alpha + 2gr \text{ Sin.} \alpha = 0 \\ d.\left(\frac{r^2 d\beta \text{ Sin.}^2 \alpha}{dt^2}\right) = 0 \end{array}\right\}.$$

Setzt man aber $\beta = 0$, wodurch auch $y = 0$ wird, d. h. setzt man voraus, daſs das Pendel stets in derselben verticalen Ebene schwingt, so hat man zur Bestimmung seiner Bewegung die zwei Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} xdx + zdz = 0 \\ \frac{dx^2 + dz^2}{dt^2} = A + 4gz \end{array}\right\}.$$

10) Wirken überhaupt auf einen Körper, welcher sich auf der gegebenen Fläche $dx = pdy + qdz$ bewegen soll, die drei veränderlichen Kräfte X, Y, Z nach den Richtungen der drei Coordinatenaxen, so erhält man nach den Gleichungen (VIII) folgende drei Gleichungen

$$\frac{d^2x}{dt^2} - X = 0, \quad \frac{d^2y}{dt^2} - Y = 0, \quad \frac{d^2z}{dt^2} - Z = 0,$$

welche, wenn man sie mit der Gleichung $dx = pdy + qdz$ verbindet, folgenden zwei Gleichungen gleichgeltend sind

$$p\left(\frac{d^2x}{dt^2} - X\right) + \frac{d^2y}{dt^2} - Y = 0; \; q\left(\frac{d^2x}{dt^2} - X\right) + \frac{d^2z}{dt^2} - Z = 0.$$

11) Soll aber der Körper, auf welchen bloſs die veränderliche Kraft Z in der Richtung der z wirkt, sich auf einer ebenen Curve bewegen, deren Gleichung

$$dL = \left(\frac{dL}{dx}\right) dx + \left(\frac{dL}{dz}\right) dz = 0 \text{ ist,}$$

so hat man, nach den Gleichungen (VIII) folgende Ausdrücke für die Bewegung des Körpers

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right) = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \lambda\left(\frac{dL}{dz}\right) + Z = 0.$$

12) Soll der Körper, bloſs in Folge eines augenbli chen Stoſses, ohne Einwirkung der Schwere, sich in der ripherie eines Kreises bewegen, dessen Halbmesser r ist; hat man

$$L = 0 = r^2 - x^2 - y^2$$

und die Gleichungen der Bewegung werden (nach VIII):

$$0 = \frac{d^2 x}{dt^2} + 2\lambda x,$$

$$0 = \frac{d^2 y}{dt^2} + 2\lambda y.$$

Die weitere Entwickelung dieser beiden Gleichungen ze daſs die Geschwindigkeit des Körpers constant oder gleich und daſs, wenn die von dem Halbmesser des Kreises in Zeit t beschriebene Fläche B heiſst, $A = \frac{2B}{r}$ ist. Die Z t, in welcher der Körper den Bogen des Kreises zurückl zu welchem die Abscisse x gehört, wird durch die Gleichu gegeben

$$t = \frac{r}{A} \text{ Arc. Sin. } \frac{x}{r},$$

so daſs daher die Zeit durch die ganze Peripherie des Kr ses $T = \frac{2r\pi}{A}$ und der Druck des Körpers auf seine Ba $D = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{A^2}{r}$ ist. Dieses sind die Gleichungen, wel Huyghens zuerst für die Kreisbewegung gefunden hat, u von welchen oben gesagt worden ist, daſs sie ihn so na zur Entdeckung des Gesetzes der allgemeinen Schwere gefü haben.

B. Bewegung einzelner Körper durch Centralkräfte.

Bisher wurden nur solche Kräfte betrachtet, deren Ric tungen mit einer der drei Coordinatenaxen parallel sind. A lein die meisten Kräfte der Natur sind so beschaffen, daſs s nach einem bestimmten Puncte gerichtet sind, von dem s als von einem Mittelpuncte, gleichsam strahlenartig, wie d Licht, ausgehn. Insbesondere sind diejenigen Kräfte, welc

die Körper des Himmels in Bewegung setzen, durchaus solche *Centralkräfte*, daher wir diese hier besonders betrachten müssen.

1) Wenn auf einen Körper eine veränderliche Kraft R wirkt, die nach irgend einem festen Puncte gerichtet ist, den wir für den Anfangspunct der Coordinaten annehmen, so wird man für die nach den Richtungen dieser Coordinaten zerlegte Kraft die Ausdrücke haben

$$\frac{Rx}{r}, \frac{Ry}{r}, \frac{Rz}{r},$$

wo $r^2 = x^2 + y^2 + z$ die Entfernung des Körpers vom Mittelpuncte der Kraft bezeichnet. Ist nun der Körper keinen andern Bedingungen, als die aus dieser Kraft entstehn, unterworfen, so werden die Gleichungen (VIII) in folgende drei übergehn:

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{Rx}{r}, \quad 0 = \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{Ry}{r}, \quad 0 = \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{Rz}{r},$$

wo demnach $X = \frac{Rx}{r}$, $Y = \frac{Ry}{r}$ und $Z = \frac{Rz}{r}$ ist.

Multiplicirt man die erste dieser drei Gleichungen durch y und die zweite durch $-x$, so giebt die Summe dieser Producte, wenn man sie integrirt,

$$xdy - ydx = c.dt$$

und ebenso erhält man

$$xdz - zdx = c'.dt,$$
$$ydz - zdy = c''.dt.$$

Multiplicirt man diese drei letzten Gleichungen nach der Ordnung durch z, $-y$ und x, so giebt die Summe dieser Producte

$$c''x - c'y + cz = 0$$

die Gleichung einer Ebene, zum Zeichen, daſs die von dem Körpern beschriebene Bahn selbst eine ebene Curve seyn muſs. Man kann daher z, also auch $Z = \frac{Rz}{r}$ gleich Null annehmen, wodurch man für die Bestimmung der Bewegung des Körpers die zwei Gleichungen erhält:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{Rx}{r} \\ 0 &= \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{Ry}{r} \end{aligned} \right\}.$$

Die erste Integration dieser beiden Gleichungen gieb *Geschwindigkeit* $\frac{dx}{dt}$ nach der Richtung der x und nach der Richtung der y, also auch die Geschwindi $\sqrt{\frac{dx^2 + dy^2}{dt}}$ oder $\frac{ds}{dt}$ des Körpers in seiner Bahn selbst. zweite Integration aber giebt die Werthe von x und v für jeden Werth von t oder sie giebt den *Ort* des Kö für jede gegebene Zeit in seiner Bahn. Eliminirt man e lich aus den beiden letzten Gleichungen die Gröſse t, so hält man eine Gleichung zwischen x und y, die daher fü *Bahn* selbst gehört, welche der Körper beschreibt.

2) Diese Integrationen lassen sich erst dann in der ' vornehmen, wenn die Function R durch r gegeben ist. wollen nur zwei specielle Fälle kurz anführen.

Sey erstens die Kraft R der Entfernung r proporti oder sey $R = mr$, so sind jene beiden allgemeinen (chungen

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + mx = 0, \quad \frac{d^2 y}{dt^2} + my = 0.$$

Wenn man diese Gleichungen zweimal integrirt und der quemern Ausdrücke wegen $x = r \text{ Cos. } v$ und $y = r$ Si setzt, so erhält man

$$dt = \frac{r\,dr}{\sqrt{m\varrho}} \text{ und } dv = \frac{ab\,dr}{r\sqrt{\varrho}},$$

wo $\varrho = -a^2 b^2 + (a^2 + b^2) r^2 - r^4$ ist. Die let Integrale dieser zwei Ausdrücke sind aber

$$r - B = \frac{1}{2\sqrt{m}} \text{ Arc. Cos. } \frac{2\sqrt{\varrho}}{a^2 - b^2} \text{ und}$$

$$\text{Sin. } (v - A) = \frac{b}{r} \sqrt{\frac{a^2 - r^2}{a^2 - b^2}},$$

wo A, B, a, b die vier Constanten der Integration bezei nen. Die letzte dieser Gleichungen zeigt, daſs die Bahn e

Ellipse ist, deren Mittelpunct zugleich der Sitz der Kraft ist und deren halbe grofse und kleine Axe a und b ist. Fangen die Gröfsen v — A und t zugleich an, so ist $B = -\frac{\pi}{4\sqrt{m}}$ und man erhält folgende sehr einfache Ausdrücke:

$$r^2 = a^2 \operatorname{Cos.}^2 t . \sqrt{m} + b^2 \operatorname{Sin.}^2 t . \sqrt{m}$$

und

$$\operatorname{Tang} (v - A) = \frac{b}{a} \operatorname{Tang.} t . \sqrt{m},$$

wodurch man also den Werth von r und v für jede Zeit t erhält. Für $v - A = 90^\circ$ erhält man $t = \frac{\pi}{2\sqrt{m}}$, also ist die Zeit des ganzen Umlaufs des Körpers in seiner Bahn gleich $\frac{2\pi}{\sqrt{m}}$ oder von den Gröfsen a und b unabhängig.

3) Der zweite specielle Fall ist der der Natur, wo die anziehende Kraft der Sonne auf die Planeten, oder der Planeten auf ihre Satelliten, sich verkehrt wie das Quadrat der Entfernung dieser Körper von dem Mittelpuncte der auf sie wirkenden Kraft verhält. Wenn nämlich $R = \frac{\mu}{r^2}$ ist, so gehn jene zwei allgemeine Gleichungen in folgende über:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = 0,$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = 0.$$

Die ersten Integrationen dieser zwei Gleichungen geben, wenn man wieder $x = r \operatorname{Cos.} v$ und $y = r \operatorname{Sin.} v$ setzt,

$$\frac{dr}{dt} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{\mu}{a} (2ar - ap - r^2)},$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{r^2} \sqrt{\mu p} \text{ und}$$

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{\frac{2\mu}{r} - \frac{\mu}{a}},$$

für die Geschwindigkeit des Körpers in Beziehung auf den Radius vector r, auf den Winkel v und auf den Bogen s der beschriebenen Bahn.

Integrirt man diese Gleichungen noch einmal, so man

$$r = \frac{p}{1 + e \, \text{Cos.}(v - \omega)}$$

für die Gleichung der Bahn, welche daher ein Kegels ist. Die Gröfsen a, p, e und ω sind die vier Constante Integration, und zwar a die halbe grofse Axe, p der Parameter, e die Excentricität und ω die Länge des Pe oder der Punct der Bahn, von welchem man den Win zählt.

C. Problem der drei Körper.

Wenn mehrere Körper von einem gemeinschaftlichen tralpuncte angezogen werden und zugleich sich selbst einander anziehen, so sind die Schwierigkeiten der Integr nen gewöhnlich so grofs, dafs sie nur durch Reihen geg werden können, selbst in dem Falle, wo es sich nur un Bewegung von zwei Körpern um einen dritten Centralk handelt. Dieses letzte Problem ist dasjenige, welches die A nomen anwenden, um die gegenseitigen Störungen der P ten unter einander zu bestimmen, da es der eigenthümli Constitution des Sonnensystems zufolge schon hinreicht zwei der Planeten abgesondert zu betrachten und ihre Be gung um den dritten Körper, die Sonne, zu bestimmen. dieser Ursache hat man auch dieses Problem das der drei Kö genannt. Wir können es hier, des beschränkten Raumes gen, nur kurz andeuten.

Um die Bewegung eines Körpers, dessen Masse m um einen Centralkörper von Masse = M unter der Vor setzung zu bestimmen, dafs auf den bewegten Körper m andere Körper wirken, deren Massen m′, m″, m‴.. sind, se x, y, z die rechtwinkeligen Coordinaten, welche die Lage m gegen M bestimmen, während wir die Lage der and Körper m′, m″.. gegen denselben Centralkörper M durch analogen Coordinaten x′, y′, z′, x″, y″, z″..... ausdrüc wollen, so dafs also die Entfernungen dieser Körper m, m′, m″ von dem Centralkörper sind

$$= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}; \; r' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}; \; r'' = \sqrt{x''^2 + y''^2 +}$$

u. s. w.

Dieses vorausgesetzt sey

$$R = \frac{m'}{r'^3}(xx' + yy' + zz') + \frac{m''}{r''^3}(xx'' + yy'' + zz'') + \ldots$$

$$- \frac{m'}{\sqrt{(x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2}} - \frac{m''}{\sqrt{(x''-x)^2 + (y''-y)^2 + (z''-z)^2}} - \ldots,$$

so hat man, wenn man der Natur gemäfs wieder annimmt, dafs sich alle diese Körper unter einander im geraden Verhältnisse ihrer Massen und im verkehrten des Quadrats ihrer Entfernungen, von einander anziehn, vermöge der Gleichungen (VIII) folgende drei Ausdrücke

$$\left.\begin{aligned} 0 &= \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} + \left(\frac{dR}{dx}\right) \\ 0 &= \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} + \left(\frac{dR}{dy}\right) \\ 0 &= \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} + \left(\frac{dR}{dz}\right) \end{aligned}\right\},$$

wo $\mu = M + m$ ist. Diese Gleichungen geben die Bewegung des ersten Körpers m um den Centralkörper. Aehnliche findet man auch für die übrigen Körper m', m'', m'''........, wenn man die Gröfsen x, y, z mit einem oder zwei .... Strichen bezeichnet. Man begnügt sich aber, wie gesagt, schon mit zwei Nebenkörpern, so dafs dann in den vorhergehenden Ausdrücken alle Gröfsen x'', y'', z'' und x''', y''', z'''... gleich Null gesetzt werden. Setzt man aber auch den zweiten Körper m' gleich Null, so erhält man die drei oder eigentlich nur die zwei Gleichungen

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} \text{ und } 0 = \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3}$$

wieder, die wir schon oben [C. No. 3] betrachtet haben. Die Kunstgriffe, welche man angewendet hat, um aus jenen drei Gleichungen durch Integration die endlichen Werthe von x, y, z durch t, das heifst, den Ort des um M sich bewegenden und von m' gestörten Körpers m für jede gegebene Zeit abzuleiten, mufs man in den diesem Gegenstande besonders gewidmeten Schriften, vorzüglich in Laplace's Mécanique céleste, nachsehn. Wir begnügen uns hier, zum Schlusse dieser Un-

tersuchungen noch die Aufzählung der *allgemeinen Ges* der Bewegung zu geben, deren Kenntniſs zur Auflösung in B und C betrachteten Differentialgleichungen von besond Nutzen ist.

D. Allgemeine Gesetze der Bewegunge

1) Das erste dieser Gesetze wird das Princip der Er tung der Bewegung des Schwerpunctes genannt (*Princip conservation du mouvement du centre de gravité*). Sc NEWTON, welcher dieses Gesetz entdeckte, hat in seinen P cipien gezeigt, daſs der Zustand der Ruhe oder der Beweg des Schwerpunctes eines Systems von Körpern durch die genseitige Wirkung dieser Körper auf und unter einander ni verändert werde. Wenn solche Körper durch gegenseitige A ziehung mit einander wirken, oder wenn sie durch Fäd Stangen u. dgl. unter einander verbunden sind, kurz, w keine äuſsern Kräfte, kein äuſseres, dem Systeme selbst fre des Hinderniſs auf diese Körper einwirkt, so wird, nem Principe gemäſs, der Schwerpunct dieses Systems mer entweder in *Ruhe bleiben*, oder doch, wenn er bewegt, *gleichförmig und in einer geraden Linie sich wegen.*

D'ALEMBERT hat später diesem Principe noch eine g ſsere Allgemeinheit gegeben. Aber auch unter der bisher gebenen Darstellung desselben sieht man, daſs man, du Hülfe dieses Princips, die Bewegung des Schwerpunctes ei Systems von Körpern bestimmen kann, unabhängig von Bewegungen, welche diese einzelnen Körper jeder für s haben mögen, und daſs man sonach immer drei endliche Gl chungen zwischen den Coordinaten der Körper und der erhält, die als die Integrale der oben (B und C) gegebenen D ferentialgleichungen der zweiten Ordnung anzusehn sind. We nämlich die Körper bloſs ihren gegenseitigen Wirkungen terworfen sind, so werden ihre bewegenden Kräfte, auf d Schwerpunct des Systems übergetragen, sich daselbst je zwei u zwei zerstören oder aufheben. Jene Bewegung des Schwerpunc des Systems wird auch durch den Stoſs der Körper gegen ei ander nicht gestört. Dieses Princip gilt aber nur, so lan kein Punct des Systems durch eine äuſsere Kraft fest gema

wird, oder so lange kein Körper desselben auf irgend einer Linie oder Fläche sich zu bewegen gezwungen ist.

2) Das zweite Princip ist das der Erhaltung der Flächen (*Principe de la conservation des aires*). Euler in seinen *Opusculis* und Daniel Bernoulli in den Mém. de Berlin haben es zuerst, beide in den Jahren 1746, aufgestellt. Nach ihnen ist, bei jeder Bewegung mehrerer Körper um einen fixen Mittelpunct, die Summe der Producte der Masse jedes Körpers in seine Winkelgeschwindigkeit um diesen Punct und in seinen Abstand von diesem Puncte stets eine constante Gröſse und unabhängig von der gegenseitigen Wirkung der Körper unter einander. Nennt man r die Entfernung des Körpers von jenem fixen Centralpuncte und v den Winkel, welchen dieser *Radius Vector* r mit irgend einer durch denselben Centralpunct gehenden festen Linie macht, so ist $r\,dv$ die Winkelgeschwindigkeit des Körpers und $\frac{1}{2}r^2\,dv$ der Ausdruck der *Fläche*, welche der Radius Vector r beschreibt, während er um den Centralpunct den Winkel r zurücklegt. Diese Fläche, multiplicirt in die Masse des Körpers, ist also, nach jenem Principe, eine constante Gröſse. Auf diese Weise ist auch dieses Princip von d'Arcy[1] dargestellt worden, indem es heiſst, daſs bei jeder Centralbewegung die Summe der Producte der Masse jedes Punctes in die auf irgend eine Ebene projicirte Fläche, die der Radius Vector des Punctes um jenen Centralpunct während einer gegebenen Zeit beschreibt, dieser Zeit proportional ist.

Dieses Princip folgt unmittelbar aus den oben für die Centralbewegung aufgestellten allgemeinen Gleichungen

$$S\frac{d^2x}{dt^2}dm = S.X\,dm;\; S\frac{d^2y}{dt^2}dm = S.Y\,dm;\; S\frac{d^2z}{dt^2}dm = S\,Z\,dm.$$

Denn multiplicirt man die erste derselben durch y und die zweite durch — x, so giebt ihre Summe, wenn man integrirt,

$$S\left(\frac{y\,dx - x\,dy}{dt}\right)dm = S\!\int(Xy - Yx)\,dm\,dt + C,$$

und ebenso

$$S\left(\frac{z\,dx - x\,dz}{dt}\right)dm = S\!\int(Xz - Zx)\,dm\,dt + C',$$

$$S\left(\frac{z\,dy - y\,dz}{dt}\right)dm = S\!\int(Yz - Zy)\,dm\,dt + C'',$$

1 Mém. de Par. 1747.

wo C, C′, C″ die Constanten der Integration sind. Wirk
nun keine äufsern Kräfte auf den Körper oder auf das Sy
stem von mehrern, auf irgend eine Art unter einander ve
bundenen Körpern, so ist $X = Y = Z = 0$. Aber wenn au
irgend innere oder äufsere, nur solche Kräfte, die nach de
Anfangs- oder Centralpuncte des Systems gerichtet sind, a
die Körper wirken, so hat man

$$\frac{X}{Y} = \frac{x}{y};\ \frac{X}{Z} = \frac{x}{z} \text{ und } \frac{Y}{Z} = \frac{y}{z},$$

und in beiden Fällen sind offenbar die zweiten Theile d
letzten drei Gleichungen gleich Null, so dafs man daher ha

$$S(y\,dx - x\,dy)\,dm = C.dt,$$
$$S(z\,dx - x\,dz)\,dm = C'.dt,$$
$$S(z\,dy - y\,dz)\,dm = C''.dt,$$

welche Gleichungen offenbar jenes Princip ausdrücken, da b
kanntlich $y\,dx - x\,dy$, $z\,dx - x\,dz$, $z\,dy - y\,dz$ nichts a
deres sind, als die doppelten Winkelflächen, welche der R
dius Vector in der Zeit dt beschreibt, projicirt auf die dı
coordinirten Ebenen der xy, xz und yz.

3) Das dritte Princip ist das der Erhaltung der lebend
gen Kraft (*de la conservation des forces vives du systèm*
Es wurde, wie schon oben erwähnt, von Huyghens bei G
legenheit des Problems von dem Schwingungsmittelpuncte z
erst, obschon in einer andern Form, aufgestellt. Nach diese
Princip ist, bei der Bewegung schwerer Körper, die Sum
der Producte der Masse eines jeden Körpers in das Quad
seiner Geschwindigkeit immer dieselbe, diese Körper des S
stems mögen sich alle zusammen auf irgend eine Weise ve
bunden bewegen, oder sie mögen, jeder einzeln, frei dens
ben verticalen Weg herabfallen. Auf diese Weise hat Hu
ghens dieses Princip dargestellt wenn er es gleich mit a
dern Worten ausdrückt. Allein später brachte Leibnitz
Unterscheidung der *todten* und *lebendigen Kräfte* in Aufna
me, indem er durch jene den blofsen Druck der Körper,
keine Bewegung hervorbringt, und durch diese jene Krä
bezeichnete, aus welchen eigentliche Bewegungen entspring
Für diese lebendigen Kräfte nahm er als Mafs ihrer Wirku
das Product der Masse in das Quadrat ihrer Geschwindigk
an. Johann und Daniel Bernoulli nahmen diese Unt

scheidung und das darauf gegründete Princip der lebendigen Kraft mit dem ihnen eigenen regen Eifer auf und suchten auf ihr weiter fortzubauen. Der letzte besonders gründete darauf eine sinnreiche Theorie der Bewegung der Flüssigkeiten in Röhren und zeigte[1], dafs dieses Princip nicht blofs für die der Schwere unterworfenen Bewegungen, sondern auch für jede andere Centralkraft gelte und dafs dasselbe von den Verbindungen der Körper eines Systems unter sich unabhängig sey.

Man kann die allgemeine Gleichung (VIII) der Bewegung eines Systems von Körpern immer auf folgende Weise ausdrücken:

$$0 = S.m\left(\frac{d^2x\delta x + d^2y\delta y + d^2z\delta z}{dt^2} + P\delta p + P'\delta p' + \ldots\right),$$

wo P, P', P''.... die Kräfte bezeichnen, welche aus der gegenseitigen Anziehung der Körper, aus ihren Verbindungen unter einander u. s. w. entstehn. Nimmt man nun an, dafs der Ausdruck $P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots = d\Pi$ ein vollständiges Differential ist, was immer der Fall seyn wird, wenn jene Kräfte Functionen der Abstände der Körper unter sich sind, so hat man, wenn man die Zeichen d und δ als gleichbedeutend voraussetzt,

$$0 = S.m\left(\frac{dxd^2x + dyd^2y + dzd^2z}{dt^2} + d\Pi\right)$$

und, wenn man integrirt,

$$A = S.m\left(\frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{2dt^2} + \Pi\right),$$

wo A die constante Gröfse der Integration und $\sqrt{\frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{dt^2}}$ der bekannte Ausdruck der Geschwindigkeit ist. Diese Gleichung enthält daher das erwähnte Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft. Die lebendige Kraft des Systems hängt also, wie diese Gleichung zeigt, blofs von denjenigen Kräften des Systems ab, die in dem Innern desselben wirksam sind, keineswegs aber von der Verbindung dieser Körper oder von den krummen Linien, welche sie beschreiben. Der grofse Vortheil dieses Princips besteht darin, dafs dasselbe unmittelbar eine endliche Gleichung zwischen der Geschwindigkeit v

1 Mém. de Berlin 1748.

des Körpers und zwischen den Coordinaten x, y, z sei
Ortes giebt. Wenn sich daher, nach der Natur des Proble
diese drei Coordinaten auf eine einzige reduciren, wie di
bei den der bloſsen Schwere unterworfenen Körpern der Fall
so wird durch diese letzte Gleichung auch das Problem
gleich vollständig aufgelöst. In allen andern Fällen aber gi
dieses Princip doch wenigstens eine erste Differentialgleichu
so wie das Princip der Erhaltung der Flächen drei solche
ste Differentialgleichungen giebt, und dieses ist allerdings scl
als ein groſser Gewinn für die beabsichtigte Auflösung sel
zu betrachten.

4) Das vierte Princip ist das *der kleinsten Wirkung*
Principe de la moindre quantité d'action). Nach diesem Pr
cip ist bei der Bewegung der Körper, die unter einander
sich selbst wirken, die Summe der Producte der Massen
die Geschwindigkeiten und in die von jedem Körper durc
laufenen Räume immer ein Kleinstes oder ein *Minimu*
Maupertuis hat es zuerst auf seine Untersuchungen über
Reflexion und Refraction des Lichts angewendet[1], Euler
in seiner Abhandlung über die isoperimetrischen Curven[2]
Gültigkeit dieses Princips für jede Centralbewegung nach
wiesen, wenigstens bei einzelnen oder isolirten Körpern, L
grange[3] aber hat die groſse Allgemeinheit desselben dar
than und gezeigt, daſs man aus ihm unmittelbar die ol
aufgestellte allgemeine Gleichung der Bewegung der Kör
überhaupt ableiten kann. Nach Lagrange's Darstellung l
steht dieses Princip darin, daſs bei jeder Bewegung eines S
stems von Körpern irgend einer Art die Summe der Produ
der Massen in das Integral der Geschwindigkeit, multipli
mit dem Differential des durchlaufenen Raumes, allezeit e
weder ein *Maximum* oder ein *Minimum* ist. Nennt man
so m die Masse, v die Geschwindigkeit und ds das Dif
rential des durchlaufenen Raumes, den ein Körper des S
stems beschreibt, so hat man, nach dem aufgestellten Princ

$$\delta . S m . \int v d s = 0.$$

1 Mém. de Paris 1744. Mém. de Berlin. 1746.

2 Lausanne 1744.

3 Mém. de Turin.

Da das Variationszeichen δ von den Summenzeichen $\int$ und S unabhängig ist, so hat man auch

$$\delta . \mathrm{Sm}.\int v ds = \mathrm{Sm}.\int \delta (v ds) = \mathrm{Sm}.\int (ds \delta v + v \delta ds) = 0.$$

Der erste Theil dieses Ausdrucks ist

$$\mathrm{Sm}.\int ds \delta v = \mathrm{Sm}.\int v \delta v dt = \int dt . \mathrm{Sm}.v dv.$$

Nach dem oben angeführten Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft ist aber

$$\mathrm{S}v^2.m = 2A - 2\mathrm{S}.\Pi m, \text{ wo } d\Pi = P\delta p + P'\delta p' \dots \text{ ist.}$$

Also ist auch

$$\mathrm{Sm}.v\delta v = -\mathrm{S}\delta \Pi m = -\mathrm{S}(P\delta p + P'\delta p' + \dots\dots) m.$$

Der zweite Theil desselben Ausdrucks aber ist $\mathrm{Sm}.\int v\delta ds$ oder

$$\mathrm{Sm}.\int v\left(\frac{dxd\delta x + dyd\delta y + dzd\delta z}{ds}\right) = \mathrm{Sm}.\int \frac{dxd\delta x + dyd\delta y + dzd\delta z}{dt}.$$

Es ist aber

$$\int \frac{dxd\delta x}{dt} = \frac{dx}{dt}\delta x - \int \delta x d . \frac{dx}{dt} \text{ u. s. w.,}$$

also ist auch dieser zweite Theil

$$-\mathrm{Sm}.\int \left(\frac{d^2x}{dt}\delta x + \frac{d^2y}{dt}\delta y + \frac{d^2z}{dt}\delta z\right),$$

und daher geht die ganze erste Gleichung, wenn man die Zeichen S und $\int$ versetzt, in folgende über

$$\int dt . \mathrm{Sm}\left[\frac{d^2x}{dt^2}\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\delta y + \frac{d^2z}{dt^2}\delta z + P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \dots\dots\right] = 0$$

und dieses ist die oben gegebene allgemeine Gleichung der Bewegung überhaupt, so dafs man demnach die ganze Lehre der Bewegung allein aus dem Princip der kleinsten Wirkung oder aus der einfachen Gleichung

$$\delta . \mathrm{Sm}.\int v ds = 0$$

ableiten kann.

5) Das fünfte und letzte Princip der Dynamik endlich ist das der Coexistenz der kleinen Oscillationen.

Unabhängig von der progressiven und rotirenden Bewegung eines Systems, bei welchem die gegenseitigen Distanzen der Körper unveränderlich sind, giebt es noch andere Bewegungen, wo die Entfernungen der Körper des Systems unter einander kleiner oder gröfser werden. Nimmt man, wie es sehr oft erlaubt ist, diese Veränderungen der Abstände der

Körper nur sehr klein an, so lassen sich alle hierher ge
renden Probleme auf lineäre Gleichungen zurückführen,
durch demnach die Bestimmung der Coordinaten x, y, z je
Körpers als Function der Zeit t sehr erleichtert wird.

Wenn nämlich eine Anzahl von an sich kleinen Kräf
zugleich auf ein System von körperlichen Puncten wirkt,
ist die Totalwirkung dieser Kräfte auf das System gleich
Summe der einzelnen Wirkungen einer jeden Kraft, diese
allein existirend angenommen, wenigstens so lange, als du
diese Kräfte die ursprüngliche Relation der Theile des S
stems gegen einander nicht wesentlich geändert wird, glei
sam wie die weit ausgebreitete Wasserfläche eines brei
Flusses oder des Oceans durch unzählige kleine Störung
durch jedes leise Lüftchen an ihren obersten Theilen in mann
faltige Bewegungen, in ebenso unzählige kleine Wellen ve
setzt wird, deren jede sich im Allgemeinen so fortpflanzt,
ob sie allein da wäre, während die ganze grofse Wasserma
ihren Weg verfolgt, als ob alle jene Wellen ganz und
nicht da wären.

Weiter ausgedehnt erklären sich durch dasselbe Princip
mannigfaltigen kleinen periodischen Störungen, die in ein
Systeme von Körpern, das durch innere und äufsere Kräfte
Bewegung gesetzt wird, besonders in unserm Planetensys
me, so oft bemerkt werden. In dieser Ausdehnung kann nä
lich jenes Princip so ausgedrückt werden: Wenn in ein
Systeme von Körpern ein Theil dieses Systems, der
was immer für eine Art mit den übrigen Theilen verbund
ist, durch irgend eine auf diesen Theil längere Zeit hindur
einwirkende Kraft in eine periodische (regelmäfsig wiederke
rende) Bewegung versetzt wird, so wird sich diese period
sche Bewegung allmälig über das ganze System fortpflanz
und auch in jedem andern Theile dieses Systems ähnliche p
riodische Bewegungen erzeugen, und die Zeiten dieser sämm
lichen Perioden werden unter sich gleich grofs seyn, we
gleich die gröfsten und kleinsten Werthe dieser periodisch
Bewegungen nicht in dieselben Zeiten fallen.

VII. Literatur der Mechanik.

Wir theilen hier die vorzüglichsten Werke über diesen Gegenstand mit und ordnen sie, zur bequemen Uebersicht derselben, in mehrere Classen.

A. Literatur der theoretischen Mechanik.

D'ALEMBERT traité de dynamique. Par. 1796 (neueste Aufl.).
— — traité de l'équilibre et du mouvement des fluides. Par. 1744.
ARCHIMEDIS opera mechanica. Par. 1646. Deutsch von Sturm. 1670.
BERNOULLI (DAN.) hydrodynamica. Argentor. 1767.
BERNOULLI (JOH.) Hydraulica, nunc primum demonstrata. (Im 4ten Theil seiner Werke. Genf 1732.)
BESSEL über das Secundenpendel. Berl. 1828.
BEZOUT la mécanique, revue par Garnier. Par. 1814. II Vol.
BORELLI de vi percussionis 1686 und de motu animalium 1710.
BOSSUT Hydrodynamik. 2 Voll. Deutsch. Frkfrt. 1792.
— — traité élém. de mécanique et statique. Par. 1777.
— — traité élém. de mécanique appliquée. Par. 1763.
BOUCHARLAT élém. de mécanique. Par. 1815.
BRANDES Lehrb. der Gesetze des Gleichgewichts. 2 Thle. Leipz. 1817.
BUAT Grundlehren der Hydraulik, übers. von LEMPE und von KOSMAN. 1796.
BÜRJA (elem.) Grundlehren der Statik. Berlin 1789. Dynamik 1791. Hydrostatik 1790 und Hydraulik 1792.
LA CAILLE leçons élém. de mécanique. Par. 1757.
CAMUS élémens de mécanique. 2 Voll. Par. 1751.
CARNOT de l'équilibre et du mouvement. Par. 1803.
— — Grundl. der Mechanik, übers. von WEISS. Leipzig 1805.
CARTES (des) traité de mécanique. Par. 1668.
DUPIN Mechanik und Geometrie. 2 Voll. Deutsch. Strafsb. 1826.
DULAGUE Leçons de la navigation. Par. 1824.
EULER Gesetze des Gleichgewichts und der Bew. flüssiger Körper, übersetzt von BRANDES. Leipz. 1806. 3 Thle.
— — mechanica, seu motus scientia. 2 Voll. Petersb. 1736.

Euler theoria motus corporum rigidorum. Rostock und Greifs 1790.

Ferrari dissertazioni idrauliche. Mailand 1793.

Fontana sulla mecanica animale. Pavia 1791.

— — della dinamica. Pavia 1792.

Forstner theoretische Mechanik 1831.

Francoeur traité élém. de mécanique. 4te Aufl. Par. 1807.

Galilei discursus circa duas novas scientias. Leyden 16 Ital. 1638.

Garnier leçons de statique. Par. 1811.

Gassendi de motu perpendiculorum. Par. 1646.

Gauss theoria figurae fluidorum. Götting. 1830.

— — determinatio attractionis corporum. Gött. 1818.

Grunert Statik fester Körper 1810.

Guido Ubaldi mechanicorum liber. Vened. 1615.

Guldin de centro gravitatis. Wien 1635.

Heinen System von Kräften. Essen 1834.

Herrmann Phoronomia. Amsterd. 1716.

la Hire traité de mécanique. Par. 1698.

Huyghens horologium oscillatorium. Par. 1673.

— — Opera omnia. IV Voll. 1724.

Ide System der reinen und angew. Mechanik. II. Braunsch 1802.

— — Theorie der Bewegung, nach Laplace. 1800.

Karstens Lehrbegriff der Mathem. III. bis VI. Thl.

Kaestner Anfangsgr. der höh. Mechanik. Gött. 1793.

— — Anfangsgründe der Hydrodynamik. Gött. 1769.

Kater Mechanics. Lond. 1831.

Krafft Mechanik. Dresd. 1787.

Kraft Vorlesungen über Mechanik, übers. von Steingrube II. Dresd. 1787.

Lamy traité de mécanique. Amst. 1734.

Lagrange mécanique analytique. 2 Voll. Par. 1788. Uebers. v Murhard. Gött. 1797. Neue Aufl. des Originals. Paris 1814

Laplace mécanique céleste. V Voll. Paris.

Lardner on mechanics. Lond. 1831.

— — on Hydrost. and Pneumatics. Lond. 1832.

Langsdorf mech. u. hydr. Untersuchungen. II. Altenb. 178

— — Lehrbuch der Hydraulik. Altenb. 1796.

— — Lehrbegriff der Hydrodynamik, aus dem Französ. vo Bossut. II. Frankf. 1792.

Langsdorf Handbuch der gem. und höh. Mechanik. II. Heidelb. 1807.

Lehmann Anfangsgründe der höh. Mechanik.

Lehmus Lehrb. der angew. Math. 3 Voll. Berl. 1822.

Maclaurin traité des Fluxions. Par. 1749.

Magold Mechanik fester Körper. München 1809. 2 Thle.

Mariotte Grundlehren der Hydrostatik und Hydraulik, aus d. Französ. von Meinig. Leipz. 1723.

Monge traité élém. de statique. 3te Aufl. Par. 1798. 5te Aufl. von Hachette. Par. 1810. Deutsch von Hahn. Berl. 1807.

Newton principia mathem. philosophiae naturalis. 3te Ausg. Lond. 1726. 4te Ausg. Genf 1739.

Ozanam mécanique. II. Paris 1699.

Parkinson system of Mechanics. Lond. 1789.

Poinsot Elemente der Statik, deutsch von Hartmann. 1831.

Poisson traité de mécanique. II Voll. Neue Aufl. Paris 1833, deutsch von Stern. Berl. 1835.

Pontécoulant théorie analytique du système du monde. Par. 1829. 3 Voll.

Poselger statices elementa. Berl. 1818, deutsch 1824.

Prony mécanique philosophique. Par. 1800.

— — leçon de mécanique analytique. Par. 1815.

Raupach Grundriſs der Dynamik. Halle 1819.

Scherffer institutiones mechanicae. 2 Voll. Wien 1773.

Sommerville Mechanism of the heavens. Lond. 1831.

Switzer general system of hydrost. and hydraulics. Lond. 1729.

Torricelli de motu gravium projectorum. Florenz 1644.

Umpfenbach Lehre vom Gleichgewicht. Berl. 1824.

Varignon nouvelle mécanique. II. Par. 1744.

— — traité du mouvement des eaux. Par. 1725.

Vega Vorlesungen, 3r und 4r Band, 2te Aufl. Wien 1819.

Venturoli Elementi di Meccanica e d'Idraulica. Milano 1817. II T. 8.

Wallis tractatus de percussione. Oxford 1699.

— — mechanica. III. Lond. 1660.

Weber Mechanik. München 1811. 2te Aufl.

B. Praktische Mechanik und Maschinenlehre.

Alexander traité général des horloges. Par. 1734. Uebers. von Berger. Lemgo 1738 und 1763.

BAADER neues System der fortschaffenden Mechanik. Mün
1822. fol.

BANKS über Mühlwerke. Uebersetzt von Zimmermann.
1800.

BABBAGE über Maschinenwesen. Berlin 1833.

BELIDOR architecture hydraulique. IV Voll. Par. 1736 —
übers. Sulzbach 1740 — 71.

BERTHELOT la mécanique appliquée aux arts. 2 Voll.
1781.

BERTHOUD Essai sur l'horlogerie. Par. 1763, übers. von
GEL. Meifsen 1790.

— — traité des horloges marines. Par. 1773. 1792.

— — traité des montres à longitude. Par. 1792 avec une s
Ebend. 1797.

BEYER Schauplatz der Mühlenbaukunst. III Voll. Lpzg. 1
fortgesetzt von WEINHOLD. Dresd. 1788 — 1803.

BION traité des instrumens de mathématique. 5te Aufl. P
1752.

— — neu eröffnete math. Werkschule. Letzte Aufl. Nü
1765. III Voll.

BORGNIS traité complet de mécanique. 8 Voll. Par. 1818—

BRIX Lehrbuch der dynamischen Wissenschaften. Ir u. IIIr
Berl. 1831.

CHRISTIAN Traité de mécanique industrielle. III. T. 4. P
1822 — 25.

CORIOLIS du Calcul de l'Effet des Machines. Par. 1829. 4

COULOMB sur la théorie des machines simples. Par. 1781. N
Aufl. Par. 1821.

DERHAM the artificial Clock-Maker. IIIte Aufl. Amst. 1
franz. Par. 1731.

EGEN Untersuchungen über den Effect einiger Wasserwe
Berl. 1831. 4.

ESCHENBACH Kunstmagazin der Mechanik. Leipz. 1802.

EYTELWEIN Handbuch der Mechanik und Hydraulik. Be
1801.

— — Handbuch der Statik fester Körper. III. 1808.

FLÖRKE vom Mühlenbau. Berlin 1804.

FUNK Hydrotechnik. Berl. 1820.

— — Beiträge zur Wasserbaukunst. II. Lemgo 1808.

GALLON Machines approuvées par l'acad. Royale. V Voll. P
1735.

GEISLER Beschr. der neuesten Instr. XII Voll. Zittau 1793
1802.

Gerstner Theorie der Wellen. Prag 1800.
-- Mechanik. 3 Voll. Prag 1830 — 34.
Gilly und Eytelwein pract. Anweisung zur Wasserbaukunst. IV. Berl. 1805.
Hachette traité élém. des machines. Par. 1808.
Horst Theatrum machinarum. III. Amsterd. 1736.
Jetze Schauplatz der gemeinnützigsten Maschinen. Hamburg 1796.
Langsdorf Handbuch der Maschinenlehre. II. Altenb. 1797. 4.
-- Ausführliches System der Maschinenkunde. II. Heidelb. 1826. 4.
Lasteyrie collection de machines. 20 Voll. Par. 1821. Deutsch. Stuttg. 1822.
Lempe Lehrbegriff des Maschinenwesens. Lpzg. 1796.
Leupold theatrum machinarum. XI Voll. Lpzg. 1724.
Lipp Schauplatz der verbesserten Mühlenbaukunst. II. München 1819.
Maillard théorie des machines mues par la force de la vapeur. Vienne et Strafsb. 1784.
Meltzer neuverbesserte Mühlenbaukunst. II Voll. Lpzg. 1805.
Michelotti sperimenti idraulici. Turin 1767. Deutsch von Zimmermann. Berl. 1808.
Nordwall Maschinenlehre, aus dem Schwedischen von Blumhof. II. Berlin 1804.
la Paute traité d'horlogerie. Par. 1755.
Poppe Encyclopädie des gesammten Maschinenwesens. VI Voll. Lpzg. 1810.
-- die Mechanik des 18. Jahrhunderts. Pyrmont 1807.
-- Geschichte der Uhrmacherkunst. 2 Thle. Lpz. 1801.
Prony nouvelle architecture hydraulique. Par. 1790. Uebers. von Langsdorf. Frankf. 1794 und 1800.
Schotti mechanica hydr. pneumatica. Frankf. 1687, magia universalis. Frankf. 1657 und technica curiosa 1687.
Silberschlag Abhandl. über den Wasserbau. II. Lpz. 1772.
Sprengel Handwerke und Künste. XVII Voll. Berl. 1778 — 96.
Vigniaux horlogerie pratique. Toulouse 1788.
Wiebeking Beitr. zum pract. Wasserbau. Düsseldorf 1792. II Voll.
Woltmann Untersuchung der Wirkung der Maschinen. Gött. 1894.
Zyl theatrum machinarum. Amsterd. 1734.

C. Schifffahrtskunde.

L'Art de bâtir les vaisseaux. II Voll. Amsterd. 1719.
D'ASSIE architecture navale. Par. 1677.
BARROW navigatio britannica. Lond. 1750.
BERNOULLI (JOH.) sur la manoeuvre des vaisseaux. 1714.
BÉZOUT traité de navigation. II édit. rédigée par ROSSEL. 1814.
BIOT traité d'Astronomie, avec l'Astr. nautique par Ro 2te Aufl. III Voll. Par. 1810.
BOUGUER traité complet de la navigation. Par. 1781, he gegeben von LALANDE 1792, in das Italien. übers. Li 1795.
BOURGUET traité de navigation. Par. 1808.
BRARENS System der Steuermannskunde. Magdeb. 1807.
BRAUBACH versch. Schriften über nautische Gegenstände.
CHAPMAN architectura navalis. Holm. 1768.
— — traité de la constr. des vaisseaux. Par. 1781.
COURTELARY Darstellung der Marine. 2 Voll. Zürch 1808.
DAVID the Seaman's Secret. Lond. 1594 und VIIIte Aufl. 1
DULAGE leçons de navigation. Par. 1768.
EULER scientia navalis. II Voll. Petersb. 1749.
FALCONER universal dictionary of the marine. Lond. 176
FORFAIT traité de la mâture des vaisseaux. Par. 1788.
Handbuch der Schifffahrtskunde. Hamb. 1820.
HARRIES treatise of navigation. Lond. 1738.
JUAN's versch. Schriften über diesen Gegenstand.
KELLY's whole art of navigation. II Voll. Lond. 1733.
LALANDE abrégé de navigation. Par. 1793.
LASSALE traité d'hydrographie. Par. 1817.
LESCALLIER traité pratique du gréement des vaisseaux. II Lond. 1791.
MASKELYNE the british Mariners Guide. Lond. 1763.
MAUPERTUIS astronomie nautique. Par. 1743.
MENDOZA's versch. Schriften über diesen Gegenstand.
MONCEAU Architecture navale. Zweite Aufl. Paris 1758. Ue von MÜLLER. Berlin 1791.
MOORE the practical navigator. Lond. 1772.
MURRAY treatise on Ship-Building. 2te Aufl. Lond. 176
PATOUN compleat treatise of pract. navigation. IVte Aufl. L 1770.

Rufius versch. Schriften über diesen Gegenstand.
Pilot, the english. V Voll. fol. Lond. 1735.
Pitot théorie de la manoeuvre des vaisseaux. Par. 1731.
Robertson elements of navigation. 5te Aufl. Lond. 1786.
Röding Wörterbuch der Marine, in 12 Sprachen. 4 Voll. Hamb. 1793.
Romme's und Saverien's versch. Schriften über diesen Gegenstand.
Seller practical navigation. 14te Aufl. Lond. 1742. Französ. Dieppe 1772.
Sutherland the ship-builders Assistent. VIte Aufl. Lond. 1784.
Tournier hydrographie. 3te Aufl. Par. 1679. fol.
Villebret le manoeuvrier. Par. 1769. Lond. 1788.
Villeneuve science de la marine. 4 Voll. Haag 1757.
Wilson navigation made easy. Vte Aufl. Lond. 1780.

L.

Meer.

Ocean, See (die); *Mare*, *Oceanus*; Mer, Ocean; *Sea*, *Ocean*.

Meer[1], auch wohl Weltmeer, nennt man die grofse zusammenhängende Wassermasse, welche ungefähr zwei Drittheile der ganzen Erdoberfläche bedeckt. Sowohl dieses grofse Ganze wird Meer oder Ocean genannt, als auch einzelne beträchtliche Theile desselben, namentlich der atlantische Ocean

1 Diesen Artikel hatte der verewigte v. Horner übernommen, und äufserte wiederholt, dafs die Behandlung dieses Gegenstandes für ihn von grofsem Interesse sey. Sicher würde er, durch seine grofse Reise unter von Krusenstern so innig mit diesem Elemente vertraut und bei seiner ausgebreiteten Belesenheit in den Berichten der berühmtesten Seefahrer, Ausgezeichnetes geliefert haben, wenn nicht der Tod seiner Thätigkeit ein zu frühzeitiges Ziel gesetzt hätte. Unter seinen Papieren finden sich jedoch nur einzelne wenige und meistens nur ihm allein verständliche Bemerkungen, deren einige ich benutzt habe. Der Gegenstand könnte sehr ausführlich behandelt werden, wenn man auch solche Sachen hineinziehn wollte, die nicht zunächst in das Gebiet der Physik und der physikalischen Erdbeschreibung gehören; ich werde mich jedoch blofs auf die Hauptsachen beschränken.

zwischen Europa und America, der stille Ocean zw
America und Asien, welche beide in den nördliche
südlichen abgetheilt werden, und der indische Ocean zw
Asien und Africa. Alle diese heifsen auch Meere, als
lantische, stille und indische Meer. Man giebt aber de
men *Meer* auch solchen einzelnen Theilen, die man
durch das Wort *Ocean* bezeichnet, als das Eismeer, d
larmeer, sowohl das nördliche, als auch das südliche
äthiopische Meer und viele kleinere, meistens nach de
schliefsenden Ländern benannte, als das schwarze, da
lelländische, das ägäische, das adriatische, das gelbe
das japanische, das Meer von Ochotzk und mehrere a
Bei einigen ist weder der Ausdruck Meer noch auch
gebräuchlich, sondern See, als die Südsee, die Nordse
Ostsee u. s. w. Man unterscheidet ferner das Weltmee
offene See, von solchen, die durch Küsten begrenzt sind
den Meerbusen, die auch Golfe, an den norwegische
sten Fiörden, genannt werden, von den Meerengen, die
Strafsen heifsen, und hauptsächlich auch von den ganz
schlossenen oder Landseen, die jedoch zuweilen auch
genannt werden, wie namentlich das kaspische Meer[1].
die hier angegebenen verschiedenen Namen sind jedoch
kannt, dafs sie keine nähere Erläuterung verdienen.

A. Meeres-Ufer.

1) Die Ufer des Meeres liegen selten auf eine
tende Strecke in einer geraden Linie, sondern sie sind
fach unregelmäfsig gekrümmt, springen oft zackig hervo
ben eine Menge Buchten und Einschnitte und zeigen di
fallendsten Spuren bedeutender Veränderungen, die der W
schlag und die auflösende Kraft des Wassers, aufser son
verschiedenen Ursachen, im Laufe der Jahrhunderte al
bewirkt haben, wie bereits oben[2] ausführlich erörtert
den ist. Ihrem allgemeinen Charakter nach bestehn sie ent
aus steilen Felswänden, die oft von unglaublicher Höhe
wie namentlich an der Westküste von Südamerica, ode
einzelnen hervorspringenden Felsen, z. B. an der Wes

1 Vergl. *See*. Bd. VIII. S. 713.
2 S. *Geologie*. Bd. IV. S. 1314 ff.

von Schottland und hauptsächlich von Norwegen; an allen diesen ist die Brandung des Meeres furchtbar und erregt ein weithin hörbares Brausen. Oder sie sind mehr oder minder geneigte Ebenen, wie hauptsächlich an der West- und Nordwestküste von Africa und der Ostküste von America, die sich oft mit allmäliger Verflachung viele Meilen weit in das Meer erstrecken, den Schiffen die Annäherung erschweren, wie namentlich an den holländischen Küsten, und nicht selten von der Fluth, insbesondere wenn diese durch Sturmwinde unterstützt wird, überschwemmt werden. In der Regel sind diese sandig und bilden in ihrer weitern Erstreckung seewärts die zahlreichen Sandbänke und Dünen, statt dafs von den Felsen aus Klippen und Riffe in die See fortlaufen.

B. Meeres-Spiegel.

2) Die ebene Oberfläche des Meeres nennt man seinen Spiegel oder sein Niveau. Nur bei eingeschlossenen Buchten, an Stellen, die gegen den Einflufs der Winde und der Strömungen geschützt sind, z. B. über der grofsen Sandbank von Neufundland, zwischen dem Eise und bei gänzlicher Windstille ist die Oberfläche des Meeres ganz eben und spiegelnd, meistens dagegen ist sie mit ungleich hohen Wellen bedeckt, die von den kleinsten kräuselnden bis zu denen von furchtbarer Höhe zunehmen und an den Klippen die sogenannte *Brandung* erzeugen, über die flachen Ufer aber das Wasser bis zu beträchtlichen Strecken forttreiben. Ist das Meer ruhig, oder blofs mit Wellen von wenigen Fufs Höhe bedeckt und zugleich das Auge vom Anblicke der begrenzenden Küsten einige Zeit entwöhnt, so verschwindet allmälig die unermefsliche Ausdehnung, welche das weite Meer von den Küsten aus gesehn dem Auge darbietet, und da vergleichbare Gegenstände, die ein Mafs der Gröfse geben können, fehlen, so erscheint das Schiff, worauf man sich befindet, sehr klein, zugleich aber in einer kreisrunden Vertiefung schwimmend, deren hohe Grenzen scheinbar kaum mehrere hundert Fufs Entfernung haben. Diese Täuschung verschwindet jedoch, sobald willkürlich entfernte Gegenstände wahrgenommen werden, und es bleibt nur der Theil der Täuschung, wonach die See vom Schiffe aus sich bis in jede, auch eine unabsehbare Ferne zu erheben scheint und wovon der Ausdruck

die hohe See entnommen ist. Jene erste Täuschung
sich leicht aus der Abwesenheit jeder genauern Messung
klären und kommt damit überein, dafs uns auch So
Mond und Sterne gleich weit und unverhältnifsmäfsig nah
seyn scheinen; die letztere beruht auf bekannten optis
Gründen, wonach alle ausgedehnte Ebenen sich zu erh
scheinen.

3) Die Oberfläche des Meeres mufs nach statischen
setzen überall gleich seyn und also im Ganzen ein sol
Sphäroid bilden, als der Rotation der Erde zukommt. I
Gleichheit müfste sich auch auf alle die einzelnen eingescl
senen Theile erstrecken, die mit dem Ganzen in Verbin
stehn, und wenn es hiervon Ausnahmen giebt, so we
diese durch örtliche Einflüsse bedingt. Im Allgemeinen ge
dahin vorzüglich die allgemeine Bewegung der gesamı
Wassermasse der Erde von Ost nach West, wodurch in F
des Widerstandes ausgedehnter Länder nothwendig das V
ser emporgetrieben werden und diesemnach namentlicl
der Ostküste Africa's und noch mehr America's höher s
mufs, als an den westlichen Küsten dieser Welttheile.
Frage wird von erhöhter Wichtigkeit, wenn man sie mi
ner andern Erscheinung, nämlich der reifsenden Geschwir
keit mächtiger Meeresströme in Verbindung setzt, die mi
nem gleichen Niveau der gesammten Wassermasse der O
nicht wohl verträglich scheint. Am meisten ist die Auf
erörtert worden in Beziehung auf das Verhältnifs des atlantis
Meeres zur Südsee und des rothen Meeres zum mittelländis
Franklin und Rennel nahmen an, das Wasser im mexi
schen Meerbusen stehe höher, als das an den Ufern
Landenge von Panama, und v. Humboldt bestimmte den
terschied durch Barometerbeobachtungen zu Cumana, Ca
gena und Vera-Cruz, verglichen mit denen zu Acapulco
Callao, auf etwa 3 Meter. Aus Veranlassung eines proj
ten Durchstiches der Landenge von Panama übertrug Boı
einem englischen Ingenieur Lloyd und einem schwedis
Capitain Falmarc das Geschäft einer Nivellirung, we
diese im Jahre 1828 und 1829 mit einer Wasserwaage
Carey vollendeten. Die gemessene Strecke von Panam
Bruia am Chagres, fünf Lieues vor dem Einfalle dieses
ses in das Meer der Antillen, betrug mit den Krümmı

33 Lieues und enthielt 935 Stationen. Der Unterschied zwischen der höchsten Fluth und tiefsten Ebbe beträgt 21,2 engl. Fuſs an der Küste der Südsee, aber nur 1,1 engl. Fuſs an der entgegengesetzten Küste. Als Resultat dieser Operation wurde gefunden, daſs der mittlere Spiegel des stillen Oceans 1,1 Meter höher seyn soll, als der des atlantischen bei Chagres, zur Zeit der höchsten Fluth aber 4,13 Meter höher und zur Zeit der tiefsten Ebbe 1,98 Meter niedriger. Obgleich dieses Ergebniſs seitdem als begründet angenommen wird, so steht es doch so sehr im Widerspruche mit der Theorie, daſs ich lieber einen Fehler der Messung annehmen möchte; denn da das Wasser der Meere aus vielen Gründen stets von Ost nach West strömt, so muſs es nothwendig an der östlichen Küste America's höher stehn, als an der westlichen. Hiermit vollkommen übereinstimmend ist auch das Resultat, welches Dr. Meredith Gairdner[1] aus seinen anhaltenden Barometer-Beobachtungen gefunden hat. Dieser fand nämlich im stillen Ocean nördlich vom Aequator aus vielen Beobachtungen 30,093 und südlich 29,965 engl. Zoll, also im Mittel 30,029 engl. Zoll, im atlantischen Meere dagegen nördlich 30,003 und südlich 29,895, im Mittel also 29,949 engl. Zoll. Zwar sind diese Gröſsen nicht wegen der Temperatur corrigirt, allein die von ihm selbst zugleich mit angegebenen Temperaturen sind im atlantischen Meere um eine geringe Kleinigkeit höher, als die in der Südsee, so daſs hiernach ein unmerklicher Unterschied im entgegengesetzten Sinne statt finden müſste. Gairdner selbst berechnet hieraus nach d'Aubuisson's Tafeln einen höhern Stand des atlantischen Oceans über die Südsee von 21 Metern ohne Rücksicht auf den Coefficienten der Wärme. Auch Quevedo's durch v. Humboldt[2] bekannt gemachte Barometerbeobachtungen geben die Meereshöhe an der Westküste America's tiefer an, als an der Ostküste. V. Humboldt ist zwar geneigt, dieses aus meteorologischen Gründen abzuleiten, allein die eben angegebene Hypothese läſst sich mindestens mit sehr triftigen Gründen unterstützen, worunter auch gehört, daſs nach den Messungen französischer Ingenieurs der Wasserspiegel im mexicanischen Meerbusen höher ist als

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXII. p. 292.
2 Poggend. Ann. T. XXXVI. p. 254.

des atlantischen Oceans an der Ostküste Florida's[1]. Der Sp
gel des arabischen Meerbusens bei Suez liegt nach den ne
sten Messungen französischer Ingenieurs, welche bei Geleg
heit der ägyptischen Expedition namentlich durch LEPÈRE a
geführt wurden, höher als der des mittelländischen Meeres
Alexandrien, und zwar 8,1 Meter bei niedrigstem und
Meter bei höchstem Wasserstande an beiden Orten[2]. Di
auffallende Resultat läfst sich inzwischen aus dem eben an
gebenen Grunde leicht erklären, insofern das nach Westen
gen Africa's Küsten strömende Wasser durch die Strafse
el Mandeb in das rothe Meer getrieben wird. Man hat hi
von einen nachtheiligen Einflufs gefürchtet, auf den Fall,
die Landenge bei Suez durchgraben werden sollte; allein
würde in dem hierdurch gebildeten Canale nur eine Ström
entstehn, deren Geschwindigkeit kaum die der langsams
Flüsse erreichen könnte. Der Unterschied des Wasserspie
beider Meere beruht übrigens zugleich auch auf der angeno
menen Vertiefung des mittelländischen Meeres, wovon un
(§. 87.) weiter die Rede seyn wird. Auch der Spiegel
schwarzen Meeres ist beträchtlich höher, als der des mit
ländischen, was dann die starke Strömung im Mare di M
mora und bei den Dardanellen verursacht, und ebenso f
man bei den Messungen im Jahre 1782 den Spiegel der C
see um 8 F. höher, als den der Nordsee[3]. Zur Erklär
der beiden letzten Ausnahmen dient der starke Wasserzuf

1 ARAGO in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLI. p. 50.

3 Ann. Chim. et Phys. T. I. p. 55. T. XV. p. 399. T. XV
310. ARAGO in Edinb. New Phil. Journ. N. XLI. p. 47.

3 NORDENANKER von den Strömen der Ostsee. Uebers. von G
NING. Leipz. 1795. Man betrachtet dieses als den Grund der sta
Strömung im Sunde. V. HOFF a. a. O. bestreitet jedoch diesen
hern Stand der Ostsee, weil sie durch zu viele Oeffnungen mit
Nordsee in Verbindung steht und nach NIEMANN Handbuch des sch
wig-holsteinschen Landeskunde. Th. I. S. 56. der Wasserspiegel
Kiel 5,5 Fufs niedriger gefunden worden ist, als am Ausflufs
Eyder. Genauere Messungen ergeben indefs mit Rücksicht auf die
duction aus Ebbe und Fluth einen um 1 Fufs 2 Zoll höhern St
des baltischen Meeres bei Kiel, als des deutschen Meeres nach W
MANN in Poggendorff's Ann. II. 444, nach RIESE ebend. XVIII.
beträgt aber der Unterschied 8 par. F. im Mittel. Vergl. v. H
a. a. O. Th. III. p. 328.

in den weiten umgebenden Länderstrecken und die geringere Verdunstung bei der nördlichern Lage dieser eingeschlossenen Meere, hauptsächlich aber die geringere Salzigkeit der Ostsee und die gröfsere des mittelländischen Meeres, wovon später die Rede seyn wird.

4) Bei weitem die wichtigste und am meisten ventilirte Frage betrifft die unveränderliche Höhe des Meeres im Allgemeinen[1], die jedoch bei weitem nicht so sehr Gegenstand der lebhaftesten Discussionen geworden wäre, als wirklich geschehn ist, wenn nicht an verschiedenen Orten Erscheinungen aufgefallen wären, deren einige ebenso deutlich auf ein allmäliges Sinken des Meeresspiegels führen, als andere ein Steigen desselben andeuten. Zuvörderst kann sich diese Untersuchung nicht bis auf diejenigen Zeiten erstrecken, in denen mindestens unsere Erdrinde bedeutende Veränderungen erlitten hat; denn die Beobachtungen zeigen namentlich durch die Lagerungen urweltlicher Thierreste, dafs das Wasser früher selbst die Berge bis nahe an ihre Spitze bedeckte, was jedoch nach den neuesten Ansichten als eine Folge von Auftreibungen oder Hebungen betrachtet wird[2]. Beschränken wir uns demnach blofs auf dasjenige, was innerhalb der geschichtlichen Zeit liegt, und betrachten wir die Sache zuerst im Allgemeinen, so kann weder die Unmöglichkeit eines allmäligen Sinkens noch eines allmäligen Steigens des Meeresspiegels, selbst während eines im Wesentlichen sich stets gleichbleibenden Zustandes unsers Erdballs und seiner Kruste, dargethan werden. Schliefsen wir zuerst die Hypothese als ganz unzulässig aus, dafs ein Theil des Wassers in Dampf verwandelt und durch stets zunehmende Verdünnung an die äufserste Grenze der Atmosphäre geführt sich im Weltraume zerstreuen könnte, die auf jeden Fall höchst unwahrscheinlich genannt werden mufs, so ist es dagegen keineswegs undenkbar, dafs das Wasser, insbesondere durch den enormen Druck der hoch über einander

1 K. E. A. v. Hoff in: Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Gotha 1822. 1. Th. 8 Th. I. S. 401 ff. hat diesen Gegenstand ausführlich untersucht, woraus ich hier das Wichtigste mit wenigen Ergänzungen mittheile.

2 Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1284.

liegenden Schichten des Meeres getrieben, fortwährend t
in die Erdkruste eindringe. Eine völlig genügende Wid
gung dieser Hypothese könnte nur auf eine genaue Kenn
der tiefer liegenden Erdschichten und Felslagerungen, kur
eine genaue Kenntnifs der Beschaffenheit unserer Erde bi
unerreichten und wahrscheinlich unerreichbaren Tiefen geg
det werden, die jedoch namentlich in Beziehung auf die
gedehnten Strecken unter dem Meeresboden gänzlich au
dem Bereiche der Möglichkeit liegt. Minder gewichtig w
de das Argument seyn, wenn man annehmen wollte, dafs
Theil des Wassers zur Bildung fester Körper auf den tro
nen Theilen des Erdballs verwandt werde; denn gesetzt a
die Eisberge und Gletscher erhielten eine allmälige gröfs
Zunahme, als aus den Beobachtungen hervorgeht (da e
Vermehrung des Polar-Eises gar nicht in Betracht komn
kann, weil ein dieser proportionaler Theil in das Wasser h
abgedrückt werden und dieses daher wieder zum Stei
bringen müfste), so wäre dieses eine durchaus unbedeuten
keine wahrnehmbare Folgen äufsernde Sache. Sonstige,
den Bestandtheilen des Wassers gebildete Körper sind ka
aufzufinden, da eine Vermehrung der organischen Stoffe wä
rend der historischen Zeit durch nichts begründet wird u
aufserdem die ganze Masse derselben, wenn sie aus dem v
handenen Wasser ihre Bestandtheile genommen hätten, kei
merkbare Verminderung der Meere verursacht haben könnt
Das Eindringen des Wassers in die tiefern Lagen der Er
kruste, auch ohne das oft angegebene Hülfsmittel grofser v
handener Höhlen, ist demnach als die einzige nicht allzu u
wahrscheinliche Ursache eines allmäligen Sinkens des Meere
spiegels zu betrachten. Obgleich jedoch diese Hypothese, f
sie jemand aufstellen wollte, nicht absolut widerlegt werd
kann, so wird sie doch in einem hohen Grade unwahrschei
lich, wenn man berücksichtigt, dafs man bei tiefern Grabu
gen stets auf festes Gestein kommt, welches kein Wasser me
durchläfst, und dafs die vorhandenen lockern Massen u

---

1 Beide Mittel als Ursachen der steten Verminderung des Me
res vertheidigt Lor. Luigi Linussio in G. XXXI. 323. Vergl. Co
jectures sur la diminution apparente des eaux sur notre globe. Par
Citoy. Salverte. Par. 1799.

Höhlungen zwischen den Felsenklüften in den vielen Jahrhunderten von der letzten Umbildung unsers Erdballs bis auf die historische Zeit schon längst ausgefüllt seyn mufsten.

5) Ungleich wahrscheinlicher ist die Hypothese von einem zunehmenden Steigen des Meeresspiegels, welches hauptsächlich durch zwei unverkennbar wirksame Ursachen herbeigeführt werden könnte. Zuerst stürzen nicht blofs bedeutende Massen von den Ufern ins Meer, sondern die Flüsse führen eine wahrhaft erstaunliche Menge Schlamm und Sand unabhängig dem Oceane zu, und wenn auch zur Bildung von Dünen und Neuland ein grofser Theil hiervon wieder verwandt wird, so bleibt doch immer noch ein bedeutender Ueberschufs, um so mehr, als das Material zur Erzeugung der bekannten Delta's und sonstiger aus dem Meere hervorwachsender Erhebungen in der Regel durch die Flüsse aus dem Festlande zugeführt wird. Obgleich es daher schwer zu ermitteln ist, ob bei den Eroberungen, welche an den verschiedenen Orten bald das Meer, bald die Erde macht, ein Uebergewicht auf die eine oder die andere Seite falle, oder ob beide einander ausgleichen[1], so ist doch die Verminderung der Berghöhen so unverkennbar, dafs ein wahrnehmbares Wachsen des Meeresspiegels hiernach mindestens sehr wahrscheinlich wird. Die Data für eine Schätzung der Gröfse dieser Vermehrung in einer bestimmten Zeit sind höchst unsicher, und es ist daher eine sehr gewagte Bestimmung, wenn Manfredi[2] aus denen, die er hierbei zum Grunde legt, folgert, der Meeresboden werde durch die zugeführten Erdtheile in 348 Jahren eine Erhöhung von 5 Zoll erhalten; ungleich richtiger dagegen schliefst v. Hoff[3] aus seinen Untersuchungen dieses Gegenstandes, dafs leicht mehr als ein Jahrtausend erforderlich seyn dürfte, um ein Steigen des Meeresspiegels im Betrage von etwa einem Fufs sichtbar zu machen. Wie dem aber auch sey, so führen diese Betrachtungen im Ganzen doch zu dem Resultate einer allmäligen Erhöhung des Meeres.

Weniger wirksam und minder allgemein ist eine zweite Ursache, aus welcher ein scheinbares Steigen des Meeres ab-

---

1 Vergl. *Geologie.* Bd. IV. S. 1314.
2 Comm. Bonon. T. II. P. 1. p. 237. P. 2. p. 1.
3 Geschichte der Veränderungen u. s. w. Th. I. S. 404.

geleitet werden könnte, nämlich ein allmäliges Sinken des Fes
landes, namentlich an den Küsten. Dafs die Felsen, wora
die Berge gebildet sind, durch ihre eigene Last während d
histor. Zeit noch mehr zusammengedrückt worden seyn sollte
als sie schon während der früher verflossenen vielen Jahrhu
derte waren, ist zwar nicht wohl vorstellbar, die ungleich lock
rern Küstenländer aber konnten allerdings durch ihren eigen
Druck compacter werden und können dieses noch fortwäl
rend, ohne auf das Wegspülen des Erdreichs durch Wass
Rücksicht zu nehmen, insbesondere bewaldete Strecken, wer
sie nach der Abholzung mehr austrocknen. Ihr hierdurch b
wirktes Sinken würde dann ein scheinbares Steigen des Me
resspiegels zur Folge haben, obgleich die Täuschung durc
das Messen der Höhen an Ufern mit anstehenden Felsen wie
der verschwinden müfste.

6) Aus diesen Betrachtungen folgt mit überwiegend
Wahrscheinlichkeit, dafs die Höhe des Meeresspiegels wäh
rend der historischen Zeit unverändert bleiben mufste, un
wenn irgend eine Veränderung erfolgte, so konnte diese nich
wohl eine andere, als ein geringes Steigen seyn, welches ab
wegen seiner Unbedeutsamkeit schwerlich beachtet worden sey
würde, und die aufgeworfene Frage wäre daher ohne Zweifel g
kein Gegenstand ausführlicher Untersuchungen geworden, wen
nicht einige auffallende Resultate der Beobachtungen die Au
merksamkeit der Physiker rege gemacht hätten. Die alten Sa
gen von einem höhern Stande verschiedener Meere, nament
lich was bereits an einem andern Orte[1] über das schwarz
Meer gesagt worden ist, obwohl dessen nicht zu bezweifelnd
höherer Stand, nach den noch vorhandenen Spuren, in die Ze
nach der letzten Umbildung unserer Erde fällt, werden hi
billig mit Stillschweigen übergangen. Berzelius[2] suchte un
fand bei Uddevalla, 200 F. über dem jetzigen Meeresspiege
solche Muscheln, welche noch jetzt an jenen Küsten lebe
und sich stets im Spiegel des Meeres aufzuhalten pflegen; al
lein diese Thatsache ist zur Beantwortung der vorliegende
Frage nicht geeignet, weil sich die Zeit nicht bestimmen läfs

---

1 S. *Geologie*. Bd. IV. S. 1316.

2 Jahresbericht über die Fortschritte d. phys. Wissensch., über von Wöhler. Berlin 1826. 5ter Jahrg. S. 292.

was das Meer bis an diese Höhe gereicht haben mag. Auch Tromsöe in Norwegen ist nach L. v. Buch[1] über einer Schicht zerbrochener Muscheln von etwa 20 F. Höhe erbaut, welche früher unter Wasser waren, woraus dieser Gelehrte kein Sinken des Meeres, sondern umgekehrt ein Steigen des Landes folgert; allein auch hierbei, so wie rücksichtlich der vielen ähnlichen Beweise, welche Keilhau[2] neuerdings für eine Erhebung der norwegischen Küsten beigebracht hat, gilt das so eben angegebene Argument der Unbestimmtheit der Zeit, in welche diese Veränderung gehören mag.

7) Keine Gegend der Erde ist in Beziehung auf Spuren eines allmäligen Sinkens des Meeres so berühmt geworden, als Skandinavien. Was man aus den alten Schriftstellern hierüber zu folgern suchte, ist nach der durch v. Hoff angestellten kritischen Prüfung ohne alle Beweiskraft. Dennoch aber versichern alle diejenigen, welche die Ost- und Südostküste Schwedens genau kennen, dafs sie noch während der geschichtlichen Zeit über den frühern Meeresspiegel gehoben worden sind. Es finden sich an verschiedenen Orten nicht blofs eiserne, zum Anbinden der Kähne früher dienende Ringe, die gegenwärtig für diesen Zweck zu hoch sind, sondern man sieht auch noch die schrägen Felsen, auf denen früher die sich sonnenden Seekälber erschlagen wurden, die aber gegenwärtig von diesen Seethieren nicht mehr erreicht werden können. Die hiernach bei den Bewohnern jener Küsten allgemein herrschende Annahme von einem in frühern Zeiten höhern Stande des Meeres bewog daher Dalin[3] den Satz auszusprechen, das Land sey ein neu entstandenes und viele jetzt trockne Gegenden seyen nach bestimmt eingehauenen Merkmalen früher unter dem Wasser oder dem Meeresspiegel näher gewesen. Behauptungen dieser Art mufsten die Aufmerksamkeit der Naturforscher rege machen, und namentlich Celsius[4] fand sich daher bewogen, diese

---

1 Reisen Th. I. S. 442. Vergl. Th. II. S. 278.

2 Magazin for Naturvidenskaberne. T. I. In Edinb. New Philos. Journ. N. XL. p. 425.

3 Geschichte des Reichs Schweden. 1747. Th. I. S. 12.

4 Schwedische Abhandl., üb. v. Kästner. Th. V. Vergl. Catteau-Calleville Gemälde der Ostsee in physischer, geographischer, historischer und merkantilischer Rücksicht. Uebers. von Weyland. Weim. 1815. S. 141.

Sache zum Gegenstande einer genauern Untersuchung zu m
chen, aus welcher dann eine Bestätigung derselben herv
ging. Als Hauptargumente führte er an, dafs das Meer
vielen Häfen und Seestädten zurückgewichen sey, was jedo
meistens eine Folge von Versandungen seyn kann. Eini
Küsten, wo früher nur einzelne Steine hervorragten, erhob
sich später in gröfserer Ausdehnung über das Meer und ve
schiedene Districte, die nach der Erinnerung bejahrter Pers
nen unter Wasser waren, konnten später mit Kähnen nic
mehr befahren werden oder dienten statt zum Fischen vi
mehr zum Ackerbau. Namentlich werden in alten Urkund
gewisse Felsen bei Gefle, Hudikswall, Wasa und Abo
solche aufgeführt, wo sich Seekälber sonnten, die also zu
Fangen derselben dienten, aber in spätern Documenten a
unbrauchbar hierzu bezeichnet sind. Dieses Argument ist wo
ohne Zweifel das gewichtigste, statt dafs die Beispiele v
Kähnen und Ankern, die im Lande gefunden worden seyn solle
wie Celsius und nach ihm Dalin anführen, nur geringe od
gar kein Beweiskraft haben. Die Sache schien wichtig genu
durch genauere Untersuchungen geprüft zu werden, und
wurden daher 1731 und später 1752 und 1755 an verschied
nen kenntlichen Klippen Zeichen eingehauen, woraus m
beim Nachsehen 1785 folgerte, dafs das Meer binnen 36 Jah
ren 17 Zoll gesunken sey[1].

Die Hypothese vom Sinken des Meeresspiegels fand b
Vielen Eingang, so schwierig es auch ist, sie an sich mögli
und mit anderweitigen Thatsachen vereinbar zu finden, n
mentlich bei Car. Linné[2], Wallerius[3], Sam. Chydenius
und Bengt Ferner[5]. Andere erklärten sich indefs entschi
den dagegen, als namentlich Suen Hof[6], Jac. Estla

1 Celsius in Schwed. Abh. Th. V. S. 25. Geisler ebend. Th. I
S. 159. Pontoppidan Naturhistorie von Dänemark. S. 86. Nordenk
ker von den Strömen d. Ostsee. Ueb. von Gröning. Leipz. 1795. S.

2 Diss. de Telluris habit. incremento. 1743. Westgothische Rei
1746. Schonische Reise 1749.

3 Hydrologie. 1748.

4 Disput. de decrementis aquarum in Sinu Bothnico. 1749.

5 Tvisten om Vattu-minskningen. Stockh. 1765. Uebers. in Jour
de Phys. 1777.

6 Diss. de metamorphosi Telluris. Stockh. 1737.

um[1], Eric Jul. Biörner[2], K. Fr. Melander[3], Jac. Gadolin[4], G. J. Browallius[5], Eph. Otto Runeberg[6], Suen Bring[7] und Pontoppidan[8]. Browallius erklärt die wirklich beobachteten Veränderungen für bloſs local und relativ, sein Sohn, G. Joh. Browallius[9], führt an, daſs einige Felsen allerdings gehoben, andere dagegen gesunken zu seyn scheinen, welche Erscheinung Runeberg als eine Folge der Auswaschung des Bodens unter manchen solchen Geschieben erklärt. Den aus der Erhöhung der absichtlich eingegrabenen Zeichen hergenommenen Beweis suchen die Gegner, unter welche vorzüglich v. Hoff zu zählen ist, dadurch zu entkräften, daſs sie annehmen, die hierzu dienenden Felsen seyen bloſs Geschiebe, und da die See erweislich solche Felsstücke, wenn sie auch mehrere Tonnen Gewicht haben, nicht bloſs bewegt, sondern sogar bei heftigen Stürmen weit auf das Ufer wirft, wie namentlich bei Bell-Rock Lighthouse in Schottland[10] und bei Castle Stuart in Inverness Shire[11] geschehn ist, so läſst sich sehr wohl denken, daſs auch die im Meere festliegenden Felsen durch das Eis gehoben oder durch den Stoſs der Wellen gelüftet werden, worauf sie dann in beiden Fällen durch den unter sie getriebenen Sand am Herabsinken zu ihrer vorigen Tiefe gehindert wurden. Allerdings wäre hierbei die Hauptfrage, ob keiner jener Felsen anstehendes Gestein gewesen sey, inzwischen ist Vargas Bedemar[12] geneigt, selbst den gröſsten Theil der Scheeren für solche her-

---

1 Disput. de numero regnorum naturae cet. 1744.

2 Das uralte Alter des schwedischen Reichs.

3 Diss. de superficie telluris. 1749.

4 Schwed. Abhandl. 1751. Th. XIII.

5 Betänkande om Vattaminskingen. Stockh. 1755. Histor. und physik. Unters. von der vorgegebenen Verminderung des Wassers u. s. w. Stockh. 1756. 8.

6 Schwed. Abhandl. Th. XXVII. S. 73.

7 Sammlungen und Erinnerungen zur Erläuterung der schwedischen Historie. 1749.

8 Von der Neuigkeit der Welt. Th. I.

9 Diss. examen animadversionum pseudonymi cuiusdam de hypothesi diminutionis aquarum sistens. Aboae 1757.

10 Edinb. Phil. Journ. No. V. p. 42.

11 G. LXIX. 105.

12 Reise nach d. hohen Norden. Th. II. S. 30. u. a. a. O.

abgestürzte Geschiebe zu halten. Aufserdem werden eben
den schwedischen Küsten viele anderweitige Thatsachen
geführt, die vielmehr ein Steigen des Meeres oder mindes
ein Gleichbleiben seiner Höhe beweisen sollen. Die nach
ren Jahrringen über dreihundert Jahre alten Fichten dicht
dem Spiegel des finnischen Meerbusens müfsten ursprüng
unter dem Wasser gewachsen seyn, was unmöglich ist,
Fundament der Schlösser von Sonderburg und Abo wäre n
der Annahme von Celsius im Wasser erbaut, und Brow
lius führt sogar an, dafs an der schwedischen Küste zwei
drei Ellen unter dem Wasserspiegel eingewurzelte Baumstäm
gefunden worden sind, in deren einem ein verrostetes Mes
steckte. Ferner steht eine im Anfange des 11. Jahrhund
erbaute Kirche zu Naglum nur zwei Ellen über der Meer
fläche, die Trümmer von Alt-Lödese anderthalb Ellen,
der Hylöseholm, auf welchem 1473 die Stadt Göthaham
gelegt wurde, liegt fast im Spiegel des Meeres. Auch
sonstigen Puncten entnommene Zeichen streiten gegen ein S
ken des baltischen Meeres. Die schon in Urkunden von 1
erwähnte kleine Insel Saltholm unweit Kopenhagen wird
Winter überschwemmt und dient blofs im Sommer zu Vi
weiden, müfste also früher ganz unter Wasser gewesen se
Aus den genauen, durch Rawert und Gaarlieb[1] auf Bo
holm in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen g
zwar hervor, dafs der Wasserstand um dieselbe in früh
Zeiten höher war, allein dieses reicht über die Zeit der
schichte des Nordens hinaus und in der spätern Periode
sich der Stand des Wassers nicht geändert. Namentlich g
auch aus den neuesten, zu Pillau mit gröfster Sorgfalt an
stellten Messungen sicher hervor, dafs dort der Spiegel
Ostsee in 19 Jahren von 1815 bis 1833 sich durchaus ni
geändert hat[2].

Wie treffend aber auch diese Argumente seyn mögen,
sich durch viele andere noch leicht vermehren liefsen, so si
die Beweise für das Gegentheil doch so überzeugend, d
selbst die besonnensten und gewiegtesten Forscher die Ueb

---

1 Bornholm beskreven paa en Reise in Aaret 1815. Kiövenh
1819.

2 S. Baumann in Poggendorff's Ann. XXXVI. 209.

zugung von einer Veränderung der Höhe des bothnischen Meerbusens nicht aufgeben, und da ein Sinken der Ostsee ohne ein gleiches Verhalten des ganzen Oceans unstatthaft seyn würde, wogegen jedoch eine Menge Thatsachen streiten, so nimmt man nach dem Vorgange von L. v. Buch[1] vielmehr eine partielle Hebung der schwedischen Küsten an. Aus diesem Grunde hat die Aufgabe in der neuesten Zeit wieder zwei Bearbeiter gefunden, Bruncrona und Hällström, welche ohne Entscheidung für die eine oder die andere der beiden Hypothesen nur erst die Thatsache mit parteiloser, tiefer Gründlichkeit festzustellen sich bestrebt haben[2]. Viele der früher für ein Sinken des Meeres angeführten Thatsachen beziehn sich zwar auf nichts anderes, als auf ein Versanden und ein Ansetzen von neuem Lande, wodurch die Tiefe des Meeres verringert oder die Küsten erhöht zu werden schienen, allein es sind zugleich die ältern und neuern Zeichen nachgesehn worden, auch haben sich Merkmale und Felsenspitzen über der Meeresfläche gezeigt, die früher nicht vorhanden waren. Hierdurch ist vorläufig das Sinken des bothnischen Meerbusens dargethan, dabei aber noch keineswegs weder dessen Allgemeinheit noch Gröfse, und ob dasselbe ununterbrochen oder in gewissen Perioden, gleichmäfsig oder veränderlich erfolgt, bewiesen. Vor allen Dingen war es schwer, den mittlern Wasserstand auszumitteln, den man nur nach ungefähren Angaben annehmen mufste, weil der Spiegel der Ostsee aufser den häufigen Schwankungen zuweilen in Folge der herrschenden Winde anhaltend einen höhern oder niedrigern Stand hat, so dafs eine scharfe Bestimmung des eigentlichen Mittels grofsen Schwierigkeiten unterliegt. Aufser diesen Schwankungen, die von geringer Höhe durch den Einflufs der Winde wohl in allen Buchten und eingeschlossenen Meeren erzeugt werden, hat man nämlich bei der Ostsee auch solche wahrgenommen, die mit den *Seiches*[3] im Genfer-See Aehnlichkeit zu haben scheinen. Die Ostsee steigt, namentlich im Herbste, an einigen Orten bis 3,5 Fufs über den mittlern Spiegel. Man

---

1 Reisen. Th. I. S. 442. Vergl. Th. II. S. 278.

2 Aus den schwedischen Denkschriften für 1823 zusammengestellt durch Poggendorff. S. dessen Ann. II. 309.

3 Vergl. *See.*

hat dieses von den Winden abgeleitet, allein zwischen bei
Phänomenen zeigt sich durchaus kein Zusammenhang, a
die Hypothese, dafs mehr Wasser durch Westwinde herl
geführt werde, ist unzulässig, weil fast 5 Tage erfordert w
den, wenn die hierzu hinreichende Wassermasse durch den S
und die Belte einströmen sollte, und doch geschieht das S
gen bis 2 Fufs in 24 Stunden und dann wächst die H
schnell bis 3,5 Fufs. Schulten leitet das Phänomen vom
änderten Luftdrucke ab, da es in der Regel den Barome
veränderungen vorausgeht[1]. Inzwischen erzeugt der im S
mer oft lange anhaltende mittlere Stand an Klippen und
sten den sogenannten Wasserrand, den man ziemlich si
als richtiges Zeichen annehmen kann und welcher aufser
durch die bis dahin reichenden Moose scharf bezeichnet w
Die Resultate der Messungen, wie viel das allmälige Sin
des Meeresspiegels beträgt, stimmen zwar nur wenig mit
ander überein, allein die Mittel aus ihnen geben für die
zelnen Orte nur unbedeutend abweichende Gröfsen. Fü
nen Zeitraum von 100 Jahren wurde nämlich gefunden:
Raholmen 3,71 Fufs, bei Stor-Rebben 4,61 F., bei R
4,34 F., bei Rönskär 4,20 F., bei Vargön 4,40 F. und
Löfgrundet 4,35 Fufs, also im bothnischen Meerbusen im
tel 4,26 Fufs. Einen Mangel an Uebereinstimmung der
fundenen Gröfsen hat man schon früher als ein Argument
gen die Hypothese des Celsius vorgebracht[2], indem die
schiedenen eingegrabenen Zeichen 25, 48, 33 und 57
Senkung für 100 Jahr gegeben haben sollten; man sieht
dafs auch dieser Einwurf bei genauerer Beleuchtung vieles
seiner Wichtigkeit verliert. Das Sinken des Meeres f
nämlich nicht überall und allgemein gleichmäfsig an
sämmtlichen Küsten der ganzen scandinavischen Halbinsel
vielmehr gilt die oben mitgetheilte mittlere Gröfse nur fü
Ostküste des bothnischen Meerbusens. Sehr genaue Mes
gen sind zu Calmar durch Wikström schon 1754 angefa
und von Frigelius seit 1797 bis 1802 fortgesetzt worden, ir
eine an einem festen Gegenstande befindliche Scale in

1 Catteau de Calleville Gemälde der Ostsee. D. Ueb. W
1815. S. 113.

2 S. Hermes oder encyklop. Zeitung 1823. N. XVIII. S. 11

[illegible]herabhing, an welcher täglich der Stand des Wassers [illegible] und hierdurch ein jährliches Mittel erhalten wurde. [illegible] ergiebt sich ein Sinken von 2 Fuſs in 100 Jahren, [illegible] ist es nach andern Anzeigen nicht wahrscheinlich, daſs [illegible] regelmäſsige Senkung ein ganzes Jahrhundert gedauert [illegible], weil sonst die Wirkungen gröſser seyn müſsten, und [illegible] dieses läſst sich auch von vielen der übrigen Resultate [illegible]. Die Erscheinung des Sinkens zeigt sich nicht weiter [illegible] an den Küsten Hallands oder Schonens, noch auch [illegible] [illegible] [illegible]lichen dänischen Küsten des Kattegats und der [illegible] [illegible]chen Küste der Ostsee, so daſs also ein ohnehin [illegible]liches Sinken des Meeresspiegels wegfällt und [illegible] [illegible]ngen ist, wie oben bereits gesagt wurde, mit L. v. [illegible] eine periodische, ungleiche und unmerklich erfol[illegible] Hebung der schwedischen Küsten anzunehmen. Ber[illegible][1] erklärt diese Thatsache für völlig ausgemacht, führt [illegible] weitere Beweise die Resultate an, welche aus den durch [illegible] Ridderstolpe am Mälarsee von 1825 bis 1833 ange[illegible] Messungen des Wasserstandes, verglichen mit älteren, [illegible], und findet die Ursache dieses Phänomens in einer [illegible] Abkühlung des Erdballs, wodurch sein Volumen [illegible] wird, einige Theile einsinken, andere aber in Folge [illegible] Falten und Biegungen erhöht werden[2].

8) Durch die hier erörterten überwiegenden Gründe bewogen [illegible] denn auch v. Hoff später[3] seinen Widerspruch gegen die Thatsache insoweit zurückgenommen, daſs zwar [illegible] allgemeines Sinken des Meeresspiegels für unbegründet ge[illegible], die angegebene Hebung gewisser Strecken aber allerdings zugestanden werden muſs. Zugleich zeigt derselbe, daſs die [illegible]dings durch L. v. Buch und Al. v. Humboldt mit gebührender Behutsamkeit geäuſserte, von den neuesten Geologen so beifällig aufgenommene, mit den überzeugendsten Thatsachen so genau zusammentreffende Hypothese von einem allmäligen theilweisen Emporkommen des Festlandes aus dem

1 Jahresbericht XIV. Jahrgang 1835. S. 386.

2 Diese Hypothese steht mit den Resultaten im Widerspruche, [illegible] La Place aus seinen Untersuchungen über die Temperatur der [illegible] gefunden hat. Vergl. *Erdk.* Bd. IV. S. 985.

3 Geschichte der Veränderungen u. s. w. Th. III. S. 316.

Meere ursprünglich durch MORO[1] aufgestellt und durch BL
MENBACH[2] beiläufig angedeutet worden ist. Hiernach haben d
sonstigen Angaben über Hebungen von Küsten nicht mehr ei
so große Unwahrscheinlichkeit, jedoch muß man noch imm
vorsichtig seyn und die Zeugnisse behutsam prüfen, ehe m
ihnen volle Gültigkeit beilegt, insbesondere da die so häufig
Versandungen der Busen und Buchten oder auch das Entste
von neugebildetem Lande so häufig als Zeichen des sinkend
Meeres gelten. Vorzüglich hat MAILLET[3] die Hypothese v
einem allmäligen Sinken des Meeresspiegels vertheidigt u
zum Beweise einige Oeffnungen in alten, zu den ehemalig
Befestigungen Carthago's gehörigen Mauern angeführt, die fr
her auf den Wasserspiegel herabreichend jetzt 4 Fuß darüb
hervorragen. Auch eine Klippe, Grimaldi genannt, zwisch
Genua und Spezzia, die früher unter Wasser den Schiffen g
fährlich war, ragte später zwei Fuß über die Oberfläche h
vor. Auf ungleich genauern Beobachtungen beruht die B
hauptung von PLAYFAIR[4], daß die schottische Küste unv
kennbar höher über die Meeresfläche gehoben worden seyn s
und von REINWARDT[5], welcher bei seinem Aufenthalte auf d
sundischen und moluckischen Inseln zu der Ueberzeugung g
langte, daß die letzteren stets mehr aus dem Wasser herv
treten. Kühner ist die Behauptung von LATROBE[6], jed
durch eine Menge aus genauer Localkenntniß entnomme
Thatsachen unterstützt, wonach der ganze Küstendistrict s
westlich von New-York früher einen 120 Fuß betragenden h
hern Wasserstand gehabt haben soll, und auch BOBLAY
schließt aus seinen geologischen Beobachtungen, daß der B
den von Aegina und Morea sich in successiven Stößen

1 De' crostacei e degli altri marini corpi che si trovano
monti libri due di ANT. LAZZARO MORO. Venez. 1740. Neue Unte
chungen der Veränderung d. Erdbodens u. s. w. Leipz. 1751.

2 Handbuch d. Naturgeschichte 1779. §. 222.

3 Telliamed ou Entretiens d'un Philosophe indien cet. B
1749. T. I. p. 198.

4 Explication sur la Théorie de la Terre de Hutton. p. 355

5 Poggend. Ann. II. 444.

6 Transact. of the Amer. Philos. Soc. T. VI. Philad. 1809.
aus in Monatl. Corr. Th. XXVI. S. 241.

7 Journ. of the Roy. Inst. Mai 1831. No. 3.

dem Meere erhoben habe, deren Spuren er in den bestimmt abgeschnittenen Stufen und Lagern des Ufers zu erkennen glaubt. Inzwischen sind solche Kennzeichen ausnehmend trügerisch. Neuerdings bezieht man sich zur Unterstützung der erwähnten Hebungstheorie vorzüglich auf die Erhebung der Küsten von Otaheiti, wo namentlich in der Gegend von Venuspoint jetzt ein Fufssteig gangbar ist, der bei der Entdeckung der Insel durch WALLIS im Jahre 1767 auch beim niedrigsten Stande des Meeres unter Wasser war[1]. Auch v. HUMBOLDT[2] folgerte aus sichern Kennzeichen, dafs das Meer bei den Inseln St. Barthelemy, St. Thomas, St. Martin u. a. früher einen 360 F. höhern Stand gehabt habe, wobei jedoch unbestimmt ist, von welcher Zeit an dieses Sinken zu datiren sey[3], indem es wohl ohne Zweifel zu den vorgeschichtlichen Veränderungen der Erdkruste gehört. Ein Ereignifs, welches die Thatsache solcher Hebungen nicht blofs zu bestätigen dient, sondern auch die wirkende Ursache näher bezeichnet, ist die durch MARIA GRAHAM[4] zuerst bekannt gemachte Hebung der Ostküste von Chili. Als diese zu Quintero, eine engl. Meile von der Küste, das heftige Erdbeben erlebte, welches 1822 am 19. Nov. anfing und seine wiederholten Stöfse erst im September des folgenden Jahres gänzlich endigte, schien gleich am Morgen des 20. Nov. die ganze Küste auf einer Strecke von etwa 100 engl. Meilen gehoben zu seyn, wie die unverkennbarsten Spuren darthaten. Die Hebung betrug zu Valparaiso ungefähr 3 Fufs, zu Quintero dagegen 4 Fufs. Aehnliche Hebungen an der Küste von Chili sind auch durch das jüngste Erdbeben am 20. Febr. 1835

---

1 De Zach Corresp. astronom. T. X. p. 266.

2 Journ. de Phys. T. LXX. p. 129.

3 Die Verminderung des Wassers auf unserer Erde, die von vielen Gelehrten aus den hohen Fundorten der Petrefacten gefolgert wird, z. B. von BUFFON allgem. Naturgeschichte Bd. II. S. 182, PATRIN in Journ. de Phys. T. LXX. p. 306, LACEPEDE ebend. LXVI. p. 43 u. vielen andern, gehört zur vorgeschichtlichen Zeit und ist also hier nicht zu berücksichtigen.

4 Transact. of the Geological Soc. Ser. T. I. p. 415. Vergl. Poggendorff's Ann. III. 344. Vertheidigung dieser Angaben gegen GREENOUGH's Einwendungen in Silliman Amer. Journ. T. XXVIII. p. [illegible]

hervorgebracht, deren Untersuchung auf frühere Ereig
dieser Art in den Jahren 1730, 1751, 1822 und andere
führt hat[1]. Dagegen führt PINGEL[2] eine Menge von T
sachen an, aus denen hervorgeht, daſs die Westküste
Grönland schon seit mehrern Jahren beträchtlich sinkt, so
einzelne kenntliche Stellen jetzt stets unter Wasser sind,
früher über die Oberfläche des Meeres hervorragten.

Beiläufig möge auch erwähnt werden, daſs HEDENSTR
Gründe für eine allmälige Abnahme des Eismeers aufgefu
zu haben glaubt, deren gründliche Prüfung jedoch hier
am rechten Orte seyn würde.

9) Man hat den Behauptungen von einem periodis
Sinken des Meeresspiegels verschiedene andere Beobachtu
entgegengesetzt, welche vielmehr ein Steigen desselben
deuten. Beschränken wir uns auf diejenigen Thatsachen,
che wegen besserer Begründung eine etwas gröſsere Bev
kraft haben, so ist kaum zu nennen, daſs in den Niederla
das Binnenwasser gegenwärtig durch Schleusen gehoben
den muſs, um abzuflieſsen, und daſs sich einige Trüm
altrömischer Gebäude unter dem Meeresspiegel befinden;
es ist eine keineswegs kühne Voraussetzung, daſs der lo
Boden jener Gegend an vielen Stellen gesunken sey, ja DE
glaubt an eine Senkung jenes ganzen Küstendistricts in F
der allmäligen Austrocknung. Auch die ununterbrochenen
gröſserungen einiger Meeresbuchten an den niederländis
Küsten, namentlich des Harlemer, des Leidener, des
ringer und des alten Meeres, welche von 1531 bis 1591
lich 96,5 Morgen, von 1591 bis 1647 jährlich 30 Mo
von 1647 bis 1687 jährlich 25,2 Morgen und von 168
1740 jährlich 26 Morgen betragen haben sollen[4], könner
als eine Eroberung, aber nicht als ein Steigen des Meere
trachtet werden. Sonstige Spuren dieser Art will man h
sächlich an den italienischen Küsten wahrgenommen h

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XLIV. p. 74. Vergl. l'In
1835. N. 141. p. 21.

2 London and Edinb. Phil. Mag. N. XLIV. p. 73.

3 Berghaus Ann. d. Erd-, Völker- u. Staatenkunde. 1831.
1832. Jan. Bibl. univ. 1832. Jul. p. 322.

4 BERKHEY's Naturgeschichte von Holland. Th. I. S. 130.

nach Simonde[1] ein stetes Steigen des mittelländischen Meeres annimmt, welches die Ebenen zu überschwemmen drohe. Bernardino Zendrini erzählt, dafs man bei den Ausgrabungen auf der venetianischen Insel St. George zur Anlegung des Port-Franc einige Fuſs tief unter dem Meere eingerammte Pfähle und Reste einer steinernen Treppe fand, wovon 5 Stufen ausgegraben wurden. Nicht weit davon fand man gebrannte Steine mit dem Namen des Verfertigers, deren Buchstaben über das Alter der Römer hinausgingen, woraus also folgen würde, dafs die Lagunen schon früher bewohnt waren und der Meeresspiegel sich stets gehoben habe. Als er nebst dem Manfredi im Jahre 1731 einige Gegenden unweit Ravenna von stehenden Gewässern befreien sollte, entdeckte man bei einer Reparatur an der Cathedrale 4 F. 7 Z. unter dem damaligen Pflaster ein älteres, welches nach der Messung von Manfredi nur 6 Z. über dem niedrigsten, aber 8 Z. unter dem höchsten Wasserstande lag, und da die Kirche zur Zeit des Theodosius erbauet war, so sollte also der Meeresspiegel während der verflossenen 1330 Jahre um 8 Z. gestiegen seyn[2]. Donati[3] berichtet von einem im Jahr 1722 auf dem Marcusplatze zu Venedig aufgegrabenen alten Pflaster, welches 3,5 F. unter dem Meeresspiegel lag, und von verschiedenen ähnlichen Beispielen an den Küsten des adriatischen Meeres; jedoch läſst sich dieses alles aus einem Sinken des dortigen lockern Bodens sehr leicht erklären. Aehnliche Erscheinungen beobachtete Breislak[4] in Toscana und Ligurien, am mittelländischen Meere, namentlich auch bei Neapel. Unter andern sind einige Fuſsböden des Tempels, welchen Tiberius auf Capraea bauen lieſs, jetzt unter Wasser, ohne dafs man Spuren vulcanischer Erschütterungen wahrnimmt, die jedoch mit groſser Wahrscheinlichkeit als Ursache mancher solcher Veränderungen zu betrachten sind.

10) Am meisten Aufsehn hat eine Reihe von Erscheinungen

---

1 Traité de l'Agriculture en Toscane. Nach v. Hoff a. a. O. T. I. p. 465.

2 Commentar. Bonon. T. II. p. 237.

3 Della storia naturale marina dell' Adriatico. Venez. 1750. 4. Vitaliano Donati Auszug d. Naturgeschichte des adriat. Meeres. Halle 1753. p. 4.

4 Instit. Geolog. T. I. p. 67.

gemacht, die am Tempel des Jupiter-Serapis bei Puzzuoli w
genommen worden sind, indem sich ganz unverkennbare Sp
namentlich die Einbohrungen der Pholaden in die Säulen
den, die nicht anders als aus der Annahme eines bald
hern, bald niedrigern Wasserstandes erklärt werden kö
und daher, indem sie beides zugleich beweisen, auch
beiden zugleich im Widerspruche stehn müssen. Natü
war man daher zuerst bemüht, den Thatbestand genau
zumitteln, und da die vorhandenen Spuren keine Mifsde
und selbst keinen Zweifel zulassen, suchte man den Wi
spruch durch eine angemessene Hypothese zu beseitigen[1].
nige waren der Meinung, die Säulen hätten vor ihrer
wendung zu diesem Tempel, oder wahrscheinlicher B
hause, schon eine anderweitige Bestimmung gehabt, wo
oben von den Pholaden im Spiegel des Meeres angebo
werden konnten, nach ihrer gegenwärtigen Benutzung h
sich aber der Boden wieder gesenkt, und hierdurch seyen
so die drei in ungleicher Höhe über einander befindlic
Zeichen der jedesmaligen Wassergrenze entstanden. Gimm
nat[2] suchte Auskunft in der Hypothese, eine benachb
Salzquelle habe für eine gewisse Zwischenzeit einen See
bildet, dessen Wasser bis zu derjenigen Höhe gestiegen
wo die dem Meere zugehörigen oder mindestens nur in S
wasser lebenden Pholaden die Spuren des Zernagens zurü
liefsen. Sickler[3] setzt die Thatsache mit einem früh
höhern Stande des mittelländischen Meeres zusammen, v
nach dann der Durchbruch bei Gibraltar erst in die Zeit
etwa 550 Jahren vor Christi Geburt gesetzt werden müs
was v. Hoff mit Recht als ganz unhaltbar verwirft. N
den Untersuchungen des Letztern machten zuerst Cochin
Bellicard[4] auf die räthselhafte Erscheinung aufmerks
nachher theilten Antonio Paoli[5] und Pini[6] ihre Beoba

---

1 V. Hoff a. a. O. Th. I. S. 455. u. Th. III. S. 328. hat diesen die Geognosie und die Physik höchst interessanten Gegenstand ausf lich behandelt.

2 Biblioth. univ. 1819. p. 285. 3 Curiositäten. Th. V. S.

4 Observations sur les Antiquités d'Herculanum. Par. 1755. p. Vergl. Phil. Trans. T. L. p. 160.

5 Antichità di Puzzuoli. Tab. 15.

6 Memorie della Soc. Ital. T. IX. p. 199.

tungen darüber mit, G. A. de Lüc[1] und Blumenbach[2] handeln darüber, in den neuesten Zeiten sind eine sehr grofse Menge von Untersuchungen darüber angestellt worden, namentlich durch D. Andr. de Jorio[3], v. Göthe[4], sehr gehaltreich durch James D. Forbes[5], Antonio Nicolini[6] und Lyell[7]. Es geht indefs aus einer ungekünstelten Deutung aller Umstände unverkennbar hervor, dafs der Fufsboden des Gebäudes früher höher gelegen habe, als gegenwärtig, da er überschwemmt wird, was gewifs beim Erbauen nicht bezweckt wurde, dafs er aber in einer gewissen Periode noch 24 Fufs tiefer gewesen seyn mufs, denn so hoch über dem jetzigen Wasserspiegel haben die Pholaden die Marmorsäulen angebohrt. V. Hoff folgert auch aus historischen Thatsachen, dafs nach vorhandenen Inschriften das Gebäude unter Marcus Aurelius und Septimius Severus restaurirt wurde, man aber etwa im Jahre 1530 in der Umgegend noch fischte, wonach also die Senkung zwischen das dritte und die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts fiele, was auch mit dem Ausbruche der nahen Solfatara im Jahre 1198 und dem Entstehn des Monte nuovo im Jahre 1538, mit welcher letztern Katastrophe eine Hebung jener Gegend verbunden seyn konnte, recht gut übereinstimmt. Ueber das Sinken dürfte man nicht eben verlegen seyn, da solche Senkungen oft die Erdbeben begleiten, die bekanntlich in Italien nicht zu den Seltenheiten gehören. Auch Fr. Hoffmann[8], welcher noch kürzlich diese Gegenden untersuchte, erklärt die so lange Zeit hindurch räthselhaften Erscheinungen aus abwechselnden Senkungen und Hebungen des Bodens.

11) Wenn nach diesen übereinstimmenden und wohlbe-

---

1 Journ. de Phys. T. XLIX. p. 425.

2 Spec. hist. nat. antiquae artis operib. illust. p. 9.

3 Ricerche sul Tempio di Serapide in Puzzuoli. Nap. 1820. 4.

4 Zur Morphologie. Th. II. S. 79.

5 Edinburgh Journ. of Science New Ser. No. II. p. 280.

6 Rapporto sulle acque che invadono il pavimento dell' antico edificio detto il Tempio di Giove Serapide. Napoli 1829. 4. Alcune idee sulle cause delle fasi del livello del Mare. Nap. 1829. 4.

7 Principles of Geology. T. I. p. 449.

8 Karsten Archiv für Mineralogie, Geognosie u. s. w. Th. III. S. 574.

gründeten Thatsachen örtliche, periodische und ohne au lende Katastrophen allmälig bewirkte Hebungen des Bo nicht weiter zweifelhaft sind, Senkungen einzelner Orte Strecken aber unter die gar nicht ungewöhnlichen Erschei gen gehören, so folgt hieraus, dafs über eine Veränderung Meeresspiegels aus localen Kennzeichen nicht entschieden den kann, das Urtheil hierüber vielmehr aus einer Ueber des Ganzen begründet werden mufs. Es giebt aber aufser bereits erwähnten, zu entgegengesetzten Schlüssen führe Thatsachen noch eine bedeutende Menge, die auf eine Jahrhunderte unveränderliche Höhe des Meeresspiegels sc fsen lassen. Als hauptsächliche Beweise, die v. Hoff führt, können folgende dienen. Die Bäder in den Felsen Alexandrien und die Steine im Hafen, die das Ankern dern, sind seit der frühesten Periode dieser Stadt bis auf neuesten Zeiten herab unverändert geblieben[1]; der Hafen Gortyne auf Creta hat nach Tournefort[2] noch dieselbe stalt, wie Strabo beschreibt, und ebenso bemerkt man an Felsen und Hafen-Anlagen bei Triest nach der Aussage Einwohner seit dem Aufblühn des Handels dieser Stadt auf die jetzigen Zeiten keine Veränderung. Insbesondere die homerische Beschreibung der Felsen Scylla und Chary noch genügend auf ihre jetzige Beschaffenheit[3], der uralte fen von Marseille zeigt keine Spuren einer Veränderung Meereshöhe; ebendieses ist der Fall bei den Mauern Cadix, und eine Menge Untersuchungen, welche Dax[4] die Küsten von Aigues-Mortes angestellt hat, zeigen seit mehrern Jahren gleichbleibende Höhe des Meeresspieg

12) Es giebt jedoch eine Thatsache, die bei diesen tersuchungen nicht übergangen werden darf, da es in That schwer fällt, sie mit der unveränderlichen Höhe Meeresspiegels in Einklang zu bringen. Forster[5], Pe und viele andere Seefahrer haben auf die Inseln aufmerk

---

1 Dureau de la Malle Géogr. phys. de la Mer noire. Cha p. 16.

2 Voyages. T. I. Lett. 2. p. 76 u. 98.

3 Spallanzani Reisen. T. IV. p. 147.

4 Monatl. Corr. Th. XXV. S. 409.

5 Bemerkungen. S. 125.

6 Dessen Reisen. Th. I. S. 122.

gemacht, welche namentlich in der Südsee von den zahlreichen Arten der Corallenthierchen aufgeführt werden. Es ist zwar bereits gezeigt worden[1], wie diese merkwürdigen Erzeugnisse bis zu einer gewissen Höhe über dem Meeresspiegel anwachsen, obgleich die sie erzeugenden Thiere nicht aufser der Wasserfläche leben können, allein merkwürdig bleibt es doch allerdings, dafs bei den meisten nicht etwa die später erzeugte bedeckende Dammerde, sondern die eigentlichen madreporischen Gebilde höher hervorragen, als die höchsten Fluthen steigen, wenn gleich einige der jüngern noch in seltenen Fällen bei heftigen Stürmen überschwemmt werden. Gerade der Umstand, dafs die nach verschiedenen Indicien jüngeren Inseln zuweilen überschwemmt werden, macht die Sache noch auffallender. MAC CULLOCH[2] nimmt zwar an, sie seyen nach ihrer Vollendung durh vculcan. Kräfte gehoben worden; allein es ist kaum denkbar, dafs solche Hebungen alle jene Inseln oder mindestens bei weitem die Mehrzahl getroffen haben sollten, weil dann leichter eine allgemeine Hebung des Meeresbodens anzunehmen wäre. Nimmt man daher diese Thatsache mit den oben (§. 4. u. 5.) bereits erwähnten Gründen zusammen, die eine allmälige Erhöhung des Meeresspiegels vermuthen lassen, so wird eine allgemeine Verminderung der Wassermasse des Oceans mindestens in einem hohen Grade wahrscheinlich, deren Ursache dann nicht wohl eine andere, als die allmälige weitere Einsaugung des Wassers durch die Erdkruste seyn könnte. Allerdings wird die Wirkung hiervon innerhalb derjenigen Zeitperiode, worin bisher genaue Beobachtungen statt fanden, gar nicht oder kaum merklich seyn, um so weniger, da einiges Sinken der Küstengegenden durch Abspülung und zunehmendes Compacterwerden nichts in sich Widersprechendes hat. Auf diese Weise gehörten also partielle Hebungen, deren Wirklichkeit erst so spät anerkannt wurde, und ein sehr langsames Sinken des Meeres, beides durch die kenntlichsten Spuren aus uralten Zeiten sattsam angedeutet, unter die zur fortdauernden Umbildung unseres Erdballs dienenden Ereignisse.

---

1 S. *Geologie*. Bd. IV. S. 1308.
2 Journ. de Phys. T. XCVI. p. 102.

C. Meeresboden.

13) Der *Meeresboden* ist nach dem, was die gemeir
Erfahrungen angeben, sehr ungleich, eine völlig genaue Ke
nifs desselben ist jedoch auf keine Weise zu erlangen.
Allgemeinen ist derselbe in seiner Configuration eine F
setzung der Ufer, daher bei Ebenen auf bedeutende Stre
allmälig sich vertiefend, bei felsigen Ufern selbst felsig und
einer Menge hervorragender Klippen überdeckt. Namen
gewahrt man oft, z. B. bei den Fuchsinseln, den Aleutisc
den Japanischen, den Molucken und andern Inselgrup
dafs die Bergzüge bis weit in das Meer hin fortlaufen,
dafs an der holländischen, der nordwestlichen africanischen
andern Küsten die Fortsetzungen ausgedehnter Ebenen
weite Strecken hin kenntlich bleiben. Ebenso verschie
als die Configuration, sind die Bestandtheile des Meere
dens. In der Hauptsache ist derselbe entweder aus Fe
bestehend oder mit grobem Kiese und Sande bedeckt oder
einer mehr oder minder dicken Lage von Schlamm. A
dieses folgt so einfach aus der Natur der Sache, nament
aus den steten Bewegungen des Meerwassers und der gro
Masse von Schlamm und Sand, die seit undenklichen Ze
durch die Flüsse zugeführt worden ist, dafs die Untersuch
überhaupt nur ein geringes physikalisches Interesse hat und l
für die Nautik von grofser Wichtigkeit ist, insofern die S
fahrer wissen müssen, welche Stellen zum Ankerwerfen m
oder minder tauglich oder wegen ihrer felsigen Beschaf
heit gar nicht dazu geeignet sind. In dieser Beziehung
aufserdem die Kenntnifs der Untiefen sehr wesentlich, die
Schiffen Gefahr bringen, entweder wenn diese im Sande
Schlamm versinken, worauf dann die anschlagenden We
sie zertrümmern, oder durch Felsen zerschnitten, zersto
nicht selten auch durch die Gewalt der Brandung dage
geworfen und zerschellt werden. Sehr gefährlich sind
besondere die Corallenriffe, die hauptsächlich in den wärn
Regionen bis auf bedeutende Strecken von den Küsten se
da, wo man sie gar nicht erwartet, bis zu geringer T
unter der Oberfläche des Wassers zackig und schneidend sc
sich erhebend den Schiffen einen unvermeidlichen Unterg
drohen.

D. Tiefe des Meeres.

14) Die *Tiefe* des Meeres ist sehr ungleich; jedoch weiſs man bloſs dieses, und daſs die gröſsten Meere in der Regel die tiefsten sind. Zur Messung der Tiefe dient das *Senkblei*, und auſserdem hat man verschiedene *Bathometer* in Vorschlag gebracht, jedoch ist bis jetzt noch keines zur prakt. Anwendung genügend befunden worden. Was den Gebrauch des Bleilothes oder Senkbleies bei gröſsern Tiefen hindert und bei sehr groſsen unmöglich macht, ohne die gleichfalls sehr hindernden tiefern Strömungen zu erwähnen, ist oben[1] bereits gezeigt worden. Man übersieht diese Schwierigkeiten am besten bei einem wirklichen Versuche. Der Commodore des Linienschiffes Superb lieſs im Sept. 1819 unter 4° N. B. im atlantischen Ocean eine Sonde hinab, deren Gewicht aus 4 Fäſschen Ballast und 2 schweren Senkbleien im Betrage von 6 Centnern bestand. Anfangs lief das starke Tau sehr schnell, nachher langsam, und als 2000 Klafter abgelaufen waren, zog man es wieder herauf, wozu die ganze Kraft des Schiffes erfordert wurde. Als weniger denn der vierte Theil des Seiles aufgewunden war, riſs das Tau, und obgleich fast gänzliche Windstille herrschte, wurde doch die erreichte lothrechte Tiefe nur auf 1000 Lachter geschätzt[2]. Oben ist auch das durch Stephan Luiscius vorgeschlagene Bathometer gewürdigt worden[3]. Eins der bekanntesten, vielleicht aber ein nie in Anwendung gebrachtes Bathometer ist das von Hook[4] angegebene. Dieser ermittelte durch Versuche, daſs ein im Wasser untersinkender Körper durch den Widerstand des flüssigen Mediums nach einem kurzen Zeitintervalle zum Maximum seiner Geschwindigkeit gelangt, mithin mit gleichbleibender Geschwindigkeit fällt, so daſs also die durchlaufenen Räume den Zeiten direct proportional sind. Ebendieses Verhältniſs findet rücksichtlich des Aufsteigens statt, wenn der Körper specifisch leichter ist als das Wasser, und es läſst sich also aus der Zeit, in welcher ein solcher Körper im Wasser bis zu einer gewissen gemessenen Tiefe fällt und wieder aufsteigt, die

1 S. *Bathometer*. Bd. I. S. 942.
2 Al. Caldcleugh Reisen in Südamerica. Weim. 1826. S. 5.
3 Vergl. Journal des Mines. T. XXV. p. 401.
4 Phil. Trans. T. I. No. 9. p. 147.

Tiefe eines andern aus der erforderlichen Zeit finden. Die gemäfs befestigte er vermittelst eines geeigneten Mechanis eine hölzerne Kugel an einem Bleigewichte so, dafs letzt beim Aufstofsen auf den Boden die herabgezogene Kugel liefs, die dann nach der Auslösung wieder emporstieg und so durch die zu ihrem Herabsinken und Emporsteigen er derliche Zeit die Tiefe bis zum Meeresgrunde angeben so In Seen von mittlerer Tiefe zeigte sich der Apparat allerdi brauchbar, allein beim offenen Meere stehn der Anwend desselben alle die Hindernisse entgegen, welche v. Hor in Beziehung auf das von ihm beschriebene Bathometer tend gemacht hat, und dazu kommt noch ein neues hin welches daraus entspringt, dafs der Augenblick des Emp kommens der Kugel über die Wasserfläche genau wahrgeno men werden müfste, was in der That unmöglich ist. Aufs dem aber lehren noch die neuesten Versuche von Scoresb dafs die Hölzer, wenn ihre Poren durch den ungeheu Wasserdruck von 1000 und mehrern Fufs ganz angefüllt si specifisch schwerer als das Wasser werden, und man müs daher hohle metallene, für den Druck hinlänglich starke Kug statt der hölzernen wählen; inzwischen ist der Apparat den angegebenen Gründen so wenig anwendbar, dafs man d wegen ebensowenig in der Zukunft Gebrauch davon mac wird, als dieses bisher geschehn ist, obgleich noch neu dings Grenstreet eine Verbesserung desselben in Vorsch gebracht hat. Dennoch wurde derselbe noch kürzlich m einem neuen Namen *Ballon hydrostatique* zum Gebrauche französischen Marine empfohlen, allein die zur Prüfung nannte Commission machte auf den störenden Einflufs Strömungen aufmerksam, und Freycinet bemerkte, der n liche Vorschlag sey schon vor einigen Jahren durch einen S offizier gemacht, aber verworfen worden [2].

Desaguliers und Hales hatten die Idee, die Tiefe Wassers durch die Stärke des Druckes zu messen, welc dasselbe gegen eine eingeschlossene Luftmasse ausübt, nach dem Boyle'schen oder Mariotte'schen Gesetze [3]. Hie

1 S. *Gewicht, specif.* Bd. IV. S. 1539.
2 L'Institut. 1834. N. 65.
3 Philos. Trans. T. XXXV. p. 417.

[illegible] eine am einen Ende zugeschmolzene und am andern [illegible], durch Honig oder Theriak gesperrte Glasröhre. Es [illegible] sich ganz einfach, dafs vermittelst einer solchen he[illegible] gebogenen und mit ihrem offenen Ende in ein ge[illegible] Gefäfs gesenkten Röhre das Volumen der eingeschlos[illegible] Luft bei gewöhnlichem atmosphärischem Drucke und bei [illegible] in Folge der über dem Apparate befindlichen Wassersäule [illegible] durch die Spuren der an den innern Wandungen [illegible] zähen Flüssigkeit an einer geeigneten Scale ge[illegible] und hieraus auf die Höhe der drückenden Wassersäule [illegible] werden kann. Auch dieser Apparat mufs in die Tiefe [illegible]gesenkt werden und nach der Auslösung eines Gewichts wieder emporkommen; es stehen jedoch seiner An[illegible] die bereits gerügten Hindernisse entgegen, ich finde [illegible] nicht, dafs man wirklich Gebrauch davon gemacht [illegible]; auch soll er nach den Versuchen von BACIALLI[1] dem [illegible] nachstehn.

[illegible]dings hat OERSTED[2] eine Abänderung dieses Batho[illegible] angegeben. Hiernach soll dasselbe aus einem gläser[illegible] mit Luft gefüllten Gefäfse bestehn, welches überall ver[illegible] vermittelst einer gekrümmten Röhre mit einem an[illegible] Gefäfse in Verbindung steht, worin sich Quecksilber be[illegible], unter dessen Oberfläche der eine Schenkel der ge[illegible] Röhre mündet. Durch die Compression der Luft [illegible] das Quecksiber in das erstere Gefäfs getrieben, und [illegible] in demselben, wenn auch die sich wieder ausdehnende [illegible] durch das enge Röhrchen entweicht. Der Rest der noch [illegible] Gefäfse zurückgebliebenen Luft giebt dann die Stärke der [illegible] und die hierzu erforderliche Wasserhöhe in At[illegible] nach dem Mariotte'schen Gesetze, wobei die Cor[illegible] wegen des Einflusses der Temperatur von einem gleich[illegible] hinabgesenkten Register-Thermometer entnommen [illegible].

Nach einer Mittheilung des verewigten v. HORNER hat [illegible] Seckelmeister Dr. ZIEGLER zu Winterthur ein Bathome[illegible] angegeben, welches gleichfalls auf die Compression der [illegible] gegründet mindestens genauere Resultate, als alle übrige,

1 Comm. Bonon. T. V. P. I. p. 280.
2 L'Institut. 1834. N. 55.

Fig. 247. verspricht. Der Haupttheil des Apparates ist das Was fäſs B von starkem geschlagenem Kupfer, um sowohl Luftdruck von innen, als auch den Wasserdruck von a auszuhalten, und ebendiese Bedingung ist nothwendig b hohlen, überall verschlossenen Kugel A, welche als Sch mer dient und dem Apparat für sich ein beträchtliche bergewicht über das verdrängte Wasser giebt. Um ihn sinken zu machen, wird ein schwerer Stein oder ein gee tes Stück Blei in die Zangen r und r′ gehangen, welches um den Zapfen m drehbaren Haken mit ihren Spitzen sc fester halten, je stärker es dieselben herabzieht; man sieht aber bald, daſs beim Aufstoſsen des dreieckigen St E die hieran befestigten Stangen z, z′ jene Haken ausei der drücken, so daſs der beschwerende Körper d herausfällt dem Grunde liegen bleibt und hierdurch dem freigelass Instrumente möglich macht, wieder emporzusteigen. Die nung, welche von unten herauf in das übrigens völlig und wasserdicht verschlossene Gefäſs B führt, ist durc nen Hahn h verschlossen. An der verlängerten Querstang dieses Hahns hängt an einer gleichfalls langen Stange n schweres Gewicht C, welches die Stange n h herabzieht den Hahn h hierdurch völlig verschlieſst. So wie abe Gewicht C auf den Grund des Meeres stöſst, wird der durch Umdrehn geöffnet, das Wasser dringt ein, bis der parat nach der Auslösung des beschwerenden Gewicht wieder emporsteigt und das Gewicht C den Hahn w schlieſst; die Luft im Gefäſse B ist dann dem Drucke oberhalb desselben befindlichen Wassersäule proportional sammengedrückt, nach dem Wiedererscheinen des Apparat der Oberfläche des Meeres wird der verschlieſsende Deck geöffnet und aus dem Verhältnisse des mit Wasser gefü Raumes zum Gesammtinhalte des Gefäſses der Druck der sersäule, aus diesem aber die Höhe derselben ermittelt, w das Thermometer im Gefäſse B zugleich zur Bestimmung Temperatur dienen kann.

Ist gleich dieser Apparat, welcher eine noch nicht be wortete Frage zu erledigen dienen soll und daher alle merksamkeit verdient, in der Hauptsache zweckmäſsig ei richtet, so zeigt eine nähere Prüfung desselben dennoch ei wesentliche Mängel, die sich aber durch einige Abänder

bezeigen lassen. Soll zuerst der Hahn h bei dem enormen Wasserdrucke bis zur Ankunft auf dem Meeresboden und nachher auf der Oberfläche hinlänglich schliefsen, so mufs er nicht blofs überhaupt sehr gut gearbeitet seyn, sondern die sich berührenden Metallflächen müssen nicht unter eine gewisse Gröfse vermindert werden. Um dieses zu erreichen, wenn es anders überhaupt möglich ist, da bei einer Tiefe von etwa 3000 Fufs der Druck schon 100 Atmosphären beträgt, mufs die Oeffnung in demselben klein seyn, und es ist dann die Frage, ob bei der Drehung desselben in Folge des Aufstofsens des Gewichts C und nach dem wieder begonnenen Aufsteigen des Apparates durch das Herabsinken ebendieses Gewichts das Gefäfs sich gänzlich füllt, da der Hahn beide Male nur eine sehr kurze Zeit geöffnet ist. Wäre dieses aber auch der Fall, so geschieht das Eindringen des Wassers und die dadurch bewirkte Compression der Luft sehr schnell, die aus der Luft entbundene Wärme vermehrt ihre Elasticität, ihre Zusammendrückung ist nicht vollständig und das Resultat daher unrichtig. Vermuthlich ist jene Einrichtung deswegen getroffen, um zugleich die Temperatur des blofs in der gröfsten Tiefe eindringenden Wassers zu finden, was jedoch deswegen unzulässig ist, weil man nicht erwarten darf, dafs das Instrument bald nach seinem Emporkommen aufgefunden und herausgenommen werden sollte. Jenem Uebelstande wird jedoch dadurch abgeholfen, dafs der Hahn beim Herablassen offen ist, um das Wasser allmälig eindringen zu lassen, beim Aufstofsen auf den Boden aber durch den angegebenen Mechanismus um einen Quadranten herumgedreht und verschlossen wird, wobei es noch aufserdem zweckmäfsig seyn dürfte, den Hahn mit einer geeigneten Vorrichtung zu versehn, um ihn nach dem Verschliefsen festzuhalten und sein Oeffnen zu hindern. Wenn man ferner den enormen Druck berücksichtigt, welchen die innere eingeschlossene Luft nach dem Emporkommen des Apparates ausübt, so erscheint der obere Deckel O als unzweckmäfsig, um so mehr, als das eingesenkte Thermometer aus den angegebenen Gründen unnütz ist und die Messung des von der Luft noch eingenommenen Raumes nach dem Oeffnen des Deckels nur mit Mühe bewerkstelligt wird. Ungleich zweckmäfsiger dürfte es seyn, das von seinen übrigen Theilen befreite Wassergefäfs B vor dem Gebrauche leer und nach dem Ver-

suche zu wägen, um bei bekanntem Gewichte des Seewass wodurch dasselbe ganz erfüllt wird, aus dem Unterschiede Gewichts vor und nach dem Versuche das Volumen des gedrungenen Wassers und somit die Zusammendrückung Luft zu bestimmen.

Obgleich übrigens dieser Apparat sinnreich construirt so kann er doch schon wegen des darin zurückbleiben Wasserdampfes keineswegs für ein absolut genaues Meßw zeug gelten. Allerdings könnte man nach jedesmaligem brauche desselben die letzten Antheile Feuchtigkeit durch hitzen oder, wenn man hiervon eine Beschädigung der g aufgeschliffenen Flächen des Hahns befürchtete, durch wie holtes Exantliren und Anfüllen mit trockner Luft wegschaf allein ein nicht zu beseitigendes Hinderniß liegt in dem U stande, daß wahrscheinlich eine unbestimmbare Menge enthaltenen Luft durch den enormen Druck in das Seew gepreßt wird, was dann das erhaltene Resultat höchst u wiß macht. Man wird nämlich von diesem Instrumente da Gebrauch machen, wo das Senkblei nicht mehr ausre also mindestens bei Tiefen, die etwa 600 Fuß übertreffen, der Druck der Luft wird daher allezeit 20 bis 100 und Atmosphären betragen.

15) Eine Angabe der Tiefen auch nur der bedeuten Meere, geschweige denn aller, wird man hier nicht suc Die Kenntniß derselben gehört in das Gebiet der praktis Nautik und man findet sie daher von vielen oft befahr Meeren auf den Seecharten; doch sind bei weitem noch alle Stellen ausgemessen, ja man kennt nicht einmal die g Tiefe des Meeres. Im Allgemeinen ist aufgefunden worden, an vielen Stellen über sandigem Boden die Tiefe nicht sehr deutend und nicht auffallend wechselnd ist, sondern sich beträchtliche Strecken ziemlich gleich bleibt. Dieses ist andern der Fall an den niederländischen Küsten und über großen Sandbank, die sich vor Neufundland hin erstr überhaupt behält das Meer neben flachen Küsten bis auf beträchtliche Entfernung in der Regel eine geringe Tiefe.

---

1 Eine Menge Bestimmungen mit daraus abgeleiteten allg nen Betrachtungen von Zeuse findet man in Berghaus Annalen. Hft. IV. S. 465.

andern Stellen dagegen wechselt die Tiefe schnell und man stöfst auf Felsen oder Sandbänke, wo dicht daneben noch der Meeresgrund kaum erreichbar ist, wie unter andern in einiger Entfernung vom Hafen zu Rio Janeiro, einem für die Schifffahrt deswegen sehr gefährlichen Orte. Im brittischen Canale fand man nach Boyle[1] an einer Stelle nur 30 und in einer Entfernung von etwa zwei Schiffslängen über 100 Faden Tiefe, bei Island nach Olafsen[2] da, wo die Schiffe liegen, nicht leicht 40 Faden, dicht daneben aber 160 Faden. Im Ganzen ist wohl der vielfach bestrittene Satz als wahr anzunehmen, dafs der Meeresboden diejenige Gestalt beibehält, die sich an den Küsten zeigt[3], obgleich dieses auf die grofsen Strecken des Oceans keine Anwendung leidet. Von einzelnen Meeren, z. B. dem Canale, dem Meere zwischen England und Scandinavien, der Ostsee, welche von 20 bis 60 Faden, der Nordsee, welche 120 bis 150 Faden tief seyn soll[4], dem mittelländischen Meere, insbesondere von den Häfen und ihren Umgebungen, kennt man die verschiedenen Tiefen sehr vollständig und genau, allein bei weitem der gröfste Theil der grofsen Oceane ist noch unbekannt, weil die Untersuchung der bedeutendsten Tiefen, die weder Gefahr bringen, noch das Ankern zulassen, für die Nautik kein Interesse darbietet und diese noch obendrein mit dem bis jetzt ausschliefslich hierzu angewandten Senkblei gar nicht oder nur mit grofser Mühe mefsbar sind. Anson[5] gab es auf, die Tiefe des Meeres unfern der Küste Brasiliens zu messen, als er bei 150 Faden keinen Grund fand, und auch Forster suchte oft vergebens in den südlichen Meeren den Grund zu erreichen. Inzwischen kam schon Ellis[6] an den africanischen Küsten bis 891 Faden (5346 engl. F.), in der Reise des Cap. Phipps nach dem Nordpole findet man mit der Sonde gemessene Tiefen von 613 bis 780 Faden, Ross fand die Tiefen in der

1 Relationes de fundo maris. Sect. I.

2 Reise Th. I. S. 201.

3 Vergl. Ulloa Nachrichten vom südlichen und nordöstl. Theile von America. 1781. Th. I. S. 37. Scoresby Account of the arctic Regions. T. I. p. 189.

4 Catteau de Calleville a. a. O. p. 43.

5 Reise um die Welt. Leipz. 1749. 4. S. 36.

6 Phil. Trans. 1750. T. XLVII. p. 213.

Baffinsbay zwischen 100 bis 1070 Faden und die gröſste
messene Meerestiefe soll nach de Borda 1200 Faden bet
gen[1]. Scoresby[2] fand unter 78° 53′ N. B. und 5° 56′ ö
L. von Greenw. den Grund in 3600 Fuſs und wenige Mei
davon in 4000 Fuſs, suchte ihn aber vergebens unter 76°
N. B. und 9° östl. L. in 230 Faden, unter 79° 4′ N. B. u
5° 35′ östl. L. in 670 Faden, unter 78° 2′ N. B. und 0°
westl. L. in 721 Faden, unter 75° 50′ N. B. und 5° 50′ we
L. in 1058 Faden und kam wirklich unter 76° 30′ N. B. u
4° 48′ westl. L. bis 1200 Faden, was er für die gröſste
mals gemessene Tiefe hält, ohne jedoch den Boden zu err
chen[3]. Dieses ist also bloſs die Grenze der wirklichen M
sung, aber nicht die absolut gröſste Tiefe, die wohl über
nicht aufzufinden ist, weil die Aenderungen derselben sel
da getroffen werden, wo man sie am wenigsten erwartet.
fand unter andern Forster[4] den Grund im Eingange
Duskybay nur 45 Faden tief, in der Bucht selbst aber ü
80 Faden, an der südlichen Küste des Feuerlandes unweit
Christmasbay erst 40 bis 50, dann 60 bis 70 und i
Bay selbst über 80 Faden tief, Scoresby[5] aber maſs an
grönländischen Küste in dem nach ihm selbst benannten S
de in der Mitte zwischen Cap Brewster und Cap Tobin
Faden Tiefe und selbst innerhalb einer engl. Meile vom La
insgemein 150 bis 200 Faden Tiefe. D'Aubuisson[6] schli
aus dem Verhältnisse der Höhen und Tiefen des Festlan
daſs die gröſste Tiefe des Meeres 2000 Faden wohl n
übersteigen werde.

---

1 Stiprian Luiscius in G. XXXIII. 418.

2 An Account of the arctic Regions cet. Edinb. 1820. II Vo
T. I. S. 189.

3 Scoresby empfiehlt eine Sonde von etwa 20 Pfd. Blei an e
gewöhnlichen Log-Linie, um die Berührung des Bodens besse
fühlen. Hiermit kommt man bis zu 300 Faden, und dann ist es
theilhaft, bei noch gröſsern Tiefen etwas stärkere Seile anzuknüp
weil das Gewicht des Ganzen stets zunimmt.

4 Bemerkungen S. 45.

5 Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang u. s. w. Ue
F. Kries. Hamb. 1825. S. 247.

6 Traité de Géognosie. T. I. p. 35. Vergl. La Place Mém
l'Inst. 1818.

E. Beschaffenheit des Meerwassers.

16) Das Seewasser hat einen eigenthümlichen *Geruch*, wodurch die Nähe des Meeres sich schon auf einige, wenn gleich nicht beträchtliche Entfernung kenntlich macht. Derselbe läfst sich nicht beschreiben, im Allgemeinen ist er jedoch nicht eigentlich faulig, obgleich er daran grenzt und zugleich etwas Scharfes hat, so dafs er reizbaren Personen unangenehm werden kann. Die Ursache desselben liegt in der Ausdünstung, die durch die zahllose Menge der darin lebenden und zum Theil verwesenden Geschöpfe erzeugt wird, wobei man sich jedoch nicht ausschliefslich auf das Thierreich beschränken darf, indem vielmehr auch die Bestandtheile des Pflanzenreichs einen bedeutenden Einflufs darauf haben, wie dir schon durch die eigenthümliche Beschaffenheit desselben angedeutet zu seyn scheint.

17) Der *Geschmack* des Seewassers ist widerlich wegen seiner Salzigkeit und der damit verbundenen Bitterkeit. Die Ursache der letzteren liegt nicht in beigemengtem Erdharze, wie noch Marsigli glaubte, sondern in den aufgelösten Bittersalzen. Alle ältere Bestimmungen, die Bergmann[1] gesammelt hat, sind wegen ihrer geringen Genauigkeit ganz werthlos; in den neuern Zeiten hat man aber die Bestandtheile des Seewassers theils unter ungleichen Breiten, theils aus ungleichen Tiefen mit grofser Genauigkeit auszumitteln gesucht. Um das zu den Analysen erforderliche Wasser aus der Tiefe zu erhalten, bedient man sich eigener Maschinen, die in frühern Zeiten und noch gegenwärtig zugleich auch zur Ermittelung der Temperatur an jenen Stellen benutzt werden. Der älteste Apparat, dessen man sich zu diesem Zwecke bediente, das sogenannte *Bucket Sea-gage*, beschreibt Hales[2] als einen blofsen Eimer mit zwei in einem geeigneten Abstande von einander befindlichen Böden, deren jeder ein etwa 4 Zoll weites rundes Loch hat. Diese beiden Oeffnungen sind durch Deckel verschlossen, welche mit einander durch eine dünne Eisenstange zusammenhängen und sich demnach gleichzeitig öffnen und schliefsen. Beim Herablassen des Apparats sind beide Klap-

1 De aqua pelagica. In Opusc. T. I. p. 179.
2 Philos. Trans. for 1750. T. XLVII. p. 213.

pen geöffnet und der Eimer füllt sich mit dem Wasser derjenig
Schicht, in welcher er sich gerade befindet, beim Beginn
des Herausziehns werden beide durch Zufallen in Folge ih
eigenen Gewichtes verschlossen und behalten dadurch das zw
schen ihnen eingeschlossene Wasser zurück. Ebendieses A
parates bediente sich auch IRWING auf der Reise des Capit
PHIPPS nach dem Nordpole im Jahre 1773, und überhaupt sche
er allgemein gebraucht worden zu seyn, bis MARCET[1] ein
andern in Vorschlag brachte. Dieser besteht aus einem st
Fig. 248. ken Cylinder von Messing CC mit einem obern und unt
Boden, in deren jedem sich ein Klappenventil V, V′ befin
die sich jedoch beide in ihren Scharnieren nicht frei beweg
sondern durch starke Federn BS, B′S′ von oben herab n
dergedrückt werden, während zwei seitwärts angebrachte F
dern SS, S′S′ diesen Druck verstärken. Um sie offen zu
halten, dient das Gewicht W, dessen Schnur D über die R
len P, P′, P″ laufend am Ringe F befestigt ist. Vermitt
einer an den Draht A gebundenen Schnur wird das Inst
ment nach geöffneten Klappen in das Meer herabgesenkt,
Wasser strömt frei hindurch, bis das Gewicht W auf ei
Widerstand leistenden Gegenstand, einen Felsen oder
Meeresgrund, stöſst, worauf die freigewordenen Klappen s
nicht bloſs schlieſsen, sondern gleichzeitig durch den v
springenden Riegel LS absolut fest gehalten werden.
hierbei angebrachte Verbesserung besteht also bloſs darin,
die Klappen beim Heraufziehn des Instrumentes sich durch
waiges Schwanken und Erschüttern nicht wieder öffnen k
nen und folglich das am Boden des Meeres aufgenomm
Wasser unverändert empor gebracht wird.

Allein nur dieses Wasser ist auf diese Weise zu erl
ten, keineswegs aber aus jeder beliebigen Tiefe, was auf
den Fall gleichfalls sehr wünschenswerth wäre. Um die
Zweck zu erreichen, hat MARCET noch ein anderes ähnlic
Instrument beschrieben, wovon NEWMAN die Einzelheiten
Fig. 249. gab. An diesem befinden sich Kegelventile zum Verschlie
des auf gleiche Weise eingerichteten Cylinders, und diese w
den dadurch offen gehalten, daſs der Haken F des Winl
hebels FDE das Querstück cc am Herabsinken hindert.

1 Phil. Trans. 1819. p. 161.

Winkelhebel hat jedoch ein Uebergewicht in E und würde hier die Ventile fallen lassen, wenn nicht das Gewicht W ihn zurückhielte. Sobald aber dieses Gewicht auf den Boden des Meeres aufstöſst oder man ein anderes Gewicht B an der Tragschnur A herabgleiten läſst, welches bei seiner Ankunft auf E drückt, wird der Haken F ausgelöst, die Kegelventile fallen zu und bleiben durch ihr eigenes Gewicht bei allen Erschütterungen verschlossen. PARRY hat sich desselben in der Baffinsbay bedient. TENNANT schlug vor, eine bloſse hölzerne Büchse zu wählen, deren Deckel in einem Scharniere beweglich ist und so lange offen bleibt, als der Apparat im Wasser herabsinkt, sich aber wasserdicht schlieſst, sobald ein durch das Heraufziehn bewegtes Rädchen ihn auslöst. Auch H. DAVY[1] hat ein Instrument angegeben, dessen sich Ross auf seiner ersten Entdeckungsreise bediente. Es besteht aus einer länglichen Flasche von geschlagenem Kupfer, oben mit einem Halse, den ein gewöhnlicher Hahn verschlieſst. Parallel mit der Axe der Flasche ist eine oben verschlossene, unten offene Röhre angebracht, mit einem luftdicht schlieſsenden Kolben, welcher durch den vorher zu bestimmenden Wasserdruck hineingetrieben wird und dann den Hahn öffnet, so daſs das Wasser einströmt. Ross glaubte zu bemerken, daſs der Hahn nicht genau genug schlieſse, um das Wasser aus der bestimmten Tiefe unvermengt zu erhalten[2]. FRANKLIN gebrauchte auf seiner Nordpolarreise bloſse verkorkte Bouteillen, in welche der starke Druck die Korke hineintrieb, worauf sie sich dann mit Wasser füllten, welches durch den gehobenen Kork abgesperrt wurde. Am einfachsten ist wohl ein durch v. HORNER[3] angegebenes Instrument. Dieses besteht aus einem messingnen cylindrischen Gefäſse AB mit einem Hahn I zum Ablassen des aufgenommenen Wassers. In den obern und untern Boden sind konische Oeffnungen eingeschnitten, in welche der eingeschliffene Bolzen GH genau paſst. Ist das Instrument in der gehörigen Tiefe angekommen, so läſst man den in der Mitte durchbohrten Bolzen auf der Schnur herabsinken, welcher dann auf der Stange CD

Fig. 250.

Fig. 251.

---

1 Journ. of Sc. and Arts T. V. p. 231.

2 Die Maschine ist schwerlich überhaupt praktisch brauchbar.

3 G. LXIV. 100.

festsitzen, die Oeffnungen mm, nn verschliefsen und d
die vermittelst messingner Federn angedrückten Haken pp,
in den Einschnitt des Kragens ss fassen, festgehalten we
wird.

Scoresby[1], welcher unsere Kenntnisse des nördlic
Polarmeeres (des sogenannten grönländischen Meeres) so
deutend erweitert und vielfach berichtigt hat, bediente
anfangs eines von Carey unter der Aufsicht von Caveni
und Gilpin verfertigten Apparates, fand aber bald, dafs
Holz an demselben sich durch die Nässe warf, wodurcl
bald unbrauchbar wurde. Er liefs sich daher ein and
Werkzeug aus Messing giefsen, woran er die Ventile des
stern anbrachte, und nannte es *Marine diver.* Dem We
nach ist es eine blofse Abänderung des durch Hales ange
Fig. 252. benen und besteht aus einem achtkantigen, nach oben et
verjüngten, 14 Z. langen und oben 5 Z. im Durchmesser l
tenden Gefäfse, mit zwei Klappen, der einen im obern,
anderen im unteren Deckel. Beide werden durch eine sch
che Feder angedrückt, die das Oeffnen der Klappen beim N
dersinken des Apparates nicht hindern, wohl aber das Zurü
schlagen derselben, wobei sie aufserdem das Zufallen der Kl
pen, sobald das Instrument ruht oder heraufgezogen wird,
fördern. An zwei Seiten, einander gegenüber, sind sta
Spiegelglasscheiben angebracht, 8 Z. lang und 2 Z. breit,
sogleich nach dem Heraufziehn ein darin befindliches Th
mometer, meistens ein Six-Thermometer, zu beobachten,
die beiden Schrauben, die den obern Deckel festhalten, d
nen dazu, diesen schnell abzunehmen, um das eingeschlo
ne Wasser zu untersuchen, da der Apparat auch dazu ben
wurde, die kleinen Seethierchen heraufzuholen, deren e
jenen Meeren eine unermefsliche Menge giebt. Das Gew
desselben betrug 23 Pfd. und es sank daher durch sein ei
nes Gewicht herab, ging aber einst verloren, als eins der
sten Seile, deren man sich beim Wallfischfange bedient, wa
scheinlich wegen einer Beschädigung durch Nässe, bei ei
erreichten Tiefe von 7200 engl. Fufs rifs.

---

1 An Account of the Arctic Regions with a History and
scription of the northern Whale-Fishery. Edinb. 1820. II Voll
T. I. p. 185.

Der neueste praktisch angewandte Apparat dieser Art ist derjenige, welchen F. PARROT nach seiner Idee unter dem Namen *Bathometer* ausführen liefs und dessen sich LENZ auf der Reise des Capitains v. KOTZEBUE 1823 bis 1826 zur Auffindung des Salzgehalts und der Temperatur des Meeres in ungleichen Tiefen bediente[1]. Das Instrument, welches die Zeichnung im achten Theile seiner wirklichen Gröfse darstellt, war von verzinntem Eisenblech, 0,25 Lin. dick, verfertigt. Der innere, zur Aufnahme des Wassers dienende Raum hat 16 Z. Höhe und 11 Z. Durchmesser. Zwei messingne Grundflächen begrenzen ihn und dienen zur Aufnahme der konischen Klappenventile bccb und deed, welche an der Stange f festgeschraubt sind, so dafs beide sich gleichzeitig öffnen und schliefsen. Beide Klappen sind von gegossenem Messing, eingeschliffen und von ungleicher Gröfse, um die untere durch die obere herauszuheben; zur Befestigung der Schalen, worein sie passen, dienen die dreieckigen Scheiben a, a und d, d. An die eiserne Stange f ist bei g, g das Thermometer angeschraubt, dessen Kugel 0,5 Lin. Glasdicke haben soll, um dem Wasserdrucke zu widerstehn und nach dem Heraufziehn des Apparats langsamer durch die äufsere Temperatur afficirt zu werden. Um die verticale Richtung der eisernen Stange zu erhalten, dienen zwei durchlöcherte krumme Eisenstangen, die untere kk und die obere, die in der Zeichnung nicht ausgedrückt werden konnte, da beide in rechtwinklig sich schneidenden Ebenen liegen. Um das Oeffnen und Schliefsen der Klappen durch den blofsen Widerstand des Wassers beim Herablassen und Hinaufziehn des Apparats zu bewirken, wurden die Klappen durch ein Gegengewicht bis auf einen geringen Ueberschufs balancirt, und weil dieses wegen des enormen Wasserdruckes, indem man das Instrument bis auf 3000 Faden Tiefe herabzulassen beabsichtigte, durch einen Schwimmer, etwa eine hohle Kugel, nicht erreicht werden konnte, so wählte man statt dessen Gegengewichte. An der eisernen Stange befinden sich die beiden Oerchen m, m, in welche Ringe der kleinen Stangen mn, mn eingreifen, die an den einen Hebelarmen n und n befestigt sind, deren andere zwei die bleiernen, mit Blei ausgefüllten Linsen tragen. Die Figur zeigt

Fig. 253.

[1] Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VIme Sér. T. I. p. 240.

den verticalen Durchschnitt derselben; auch darf nicht ü
sehn werden, daſs ein von auſsen zugeschraubter Raum
ihnen gelassen ist, um sie vermittelst eingeschütteten Sch
genau zu ajustiren. Letzteres geschah in Wasser, worin
Drittheil Salz aufgelöst war, und die Klappen, deren T
gewicht 7,5 ℔. betrug, behielten ein Uebergewicht von
Unzen. Dabei blieb aber noch zu berücksichtigen, daſs
Herausziehn aus dem Wasser die Linsen früher emporkom
und daher den hydrostatischen Einfluſs früher, als die
im Wasser befindlichen Ventile, verlieren muſsten; sie
den die letzteren daher gehoben haben, wenn dieses
durch ein leeres blechenes Gefäſs s s vermieden worden
welches durch das darin enthaltene Wasser die Stange nie
drückte. Der messingne Knopf v dient bloſs dazu, dieses
fäſs festzuhalten, und die übrigen Theile, als die beiden R
zum Halten w, w, die drei Füſse, der oben aufgeschra
Querbalken r r, sind aus der Zeichnung von selbst klar.
sentlich aber ist noch, daſs das Gefäſs und die Klappen
abwechselnden Lagen von Eisenblech und grobem Tuche,
teres in einer fast siedenden Mischung von Wachs und
schlitt getränkt, umgeben wurden, um den Durchgang
Wärme durch diese Schichten heterogener Substanzen,
schen welche noch auſserdem das Wasser eindrang, mögl
zu erschweren. Das Gewicht eines solchen Apparates im
ser betrug 45 ℔.

Einen groſsen Theil der Schwierigkeit, welche das
aufziehn tief hinabgelassener Senkbleie hindert, setzt Pa
mit Recht in die auf Schiffen allgemein übliche Sitte der
weisen Bewegung, und er machte daher eine solche Vor
tung, daſs das Seil auf eine Trommel von 2 Fuſs 2 Z. L
und 2 Fuſs Dicke aufgewunden wurde, wobei eine Roll
Ende einer schräg über Bord hinausragenden Strebe das
beim Herablassen und Aufziehn unterstützte. Weil ferne
Last, welche das Seil zu tragen hat, mit der Länge des
abgelassenen Theiles wächst, so wurden für die ganze b
sichtigte Tiefe von 3000 Toisen drei an Dicke zunehm
Seile gewählt, diese vorher hinsichtlich ihrer Tragkraft
prüft[1]; dann untersuchte man, um wie viel sie sich durc

---

1 Es fragt sich, ob nicht ein Eisendraht oder eine Kette

..ende Gewicht ausdehnen, prüfte ihre durchaus gleich- ... Stärke und nähte nach sorgfältiger Ausmessung von ... 10 Toisen Nummern an, die sich für jedes 100 und ... Toisen durch besondere Farben unterschieden. Indem ... LENZ die Resultate der ersten Versuche, bis ... mit den Eigenthümlichkeiten des Verfahrens völlig ver- ... gemacht hatte, nicht mittheilt, so verdienen die späteren ... bekannt gemachten vorzügliches Vertrauen.

.. diesem Instrumente untersuchte LENZ nicht bloſs die ... des Meeres in verschiedenen Tiefen, sondern er ... auch das spec. Gewicht des vermittelst desselben ... Wassers. Zwei hierzu verwandte Aräometer mit ... Gewichten gaben die Unterschiede des spec. ... bis 0,00005 mit Sicherheit an, und sowohl diese Ge- ... als auch die Sorgfalt bei den sogleich nach dem ... des Wassers angestellten Wägungen geben den hier- ... erhaltenen Resultaten einen solchen Vorzug vor allen ..., daſs sie für sich allein als Grundlage allgemeiner Be- ... dienen können. Der Vollständigkeit wegen wird ... zweckmäſsig seyn, eine Uebersicht der bedeutendsten ... Untersuchungen vorauszuschicken, um zu sehn, ... die dadurch erhaltenen Resultate von jenen abwei- ... Es ist dieses um so nöthiger, da die von LENZ ge- ... Wägungen auf die Zone von 56° 22′ N. B. bis 57° ... S. B. beschränkt sind.

18) Auf COOK's dritter Reise hat sein Begleiter BAYLY[1] ... Menge Versuche über den Salzgehalt der verschiedenen ... angestellt, wobei er sich eines durch Lord CAVENDISH ... Apparates bediente. Berücksichtigt man die Feh- ... der erhaltenen Bestimmungen des specif. Gewichtes, ... es nach den hierdurch erhaltenen Resultaten nicht wahr- ..., daſs ein Unterschied zwischen den Meeren der ... und nördlichen Erdhälfte statt finden sollte, dage- ... scheint im atlantischen Oceane der Salzgehalt am stärksten,

... dem Gebrauche abwaschen und in Wasser mit etwas Kali ... gesichert aufbewahren könnte, noch bessere Dienste lei- ... würde.

1 The original astron. observations made in the course of a ... to the northern pacific Ocean. p. 345.

nach den Polen hin aber am geringsten zu seyn. Da
Ausnahme eingeschlossener Meere der mögliche Unter
bedeutend seyn sollte, ist schon an sich nicht wahrs
lich; denn wenn gleich unter niederen Breiten die V
stung stärker ist, unter den höchsten aber eine grofse
süfsen Wassers zur Eisbildung verwandt wird, so sind
dort die Regenmengen um so viel gröfser, hier aber schmil
Eis wieder, dessen Menge auf jeden Fall nicht bedeuten
die vorhandene mittlere wächst, und zudem wird die
Masse des Meerwassers durch die zahllosen Strömung
unausgesetzt durch einander gemischt, dafs blofs durch
che Einflüsse ein etwas merklicher Unterschied herbeig
werden kann. Inzwischen geht aus den zahlreichen V
chen, die auf der Entdeckungsreise unter KOTZEBUE[1]
stellt wurden, allerdings hervor, dafs der Salzgehalt des
res in der heifsen Zone stärker ist, als unter höhern
ten. V. HUMBOLDT[2] hat geäufsert, dafs der Salzgehal
Seewassers sogar einem Wechsel ausgesetzt sey, MARCE
gert jedoch aus den Untersuchungen von JOHN DAVY
GAY-LUSSAC, dafs das spec. Gewicht des Meerwass
atlantischen und indischen Meere nur wenig und mehr
zufällige Ursachen, als nach einem allgemeinen Gesetze,
schieden ist. Die ausführlichsten Untersuchungen des Se
sers hat MARCET[3] angestellt, allein GILBERT bemerk
Recht, dafs seine Resultate als minder genau gelten m
weil die Temperatur bei den Bestimmungen des spec.
wichts nicht berücksichtigt worden ist. Wird aber ang
men, dafs seine eigenen Bestimmungen keinen hieraus
sprungenen merklichen Unterschieden unterliegen, so i
Meerwasser auf der nördlichen Halbkugel und unter dem
quator weniger salzreich, als auf der südlichen Halbkugel
Tiefe, selbst bis zu 3800 Fufs, bewirkt nach PHIPPS k
Unterschied, jedoch ist der Salzgehalt bei tiefen Meeren,
von den Küsten und in grofser Entfernung von den Ei
sen, am gleichmäfsigsten; auch versteht sich von selbst,

---

1 Dessen Reise Th. III. S. 233.

2 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 402.

3 A. a. O. Mit Anm. von GILBERT in dessen Ann. LXII
Im Auszuge in Edinb. Phil. Journ. No. IV. p. 356.

der Nähe mächtiger Ströme, namentlich des Mississippi, Amazonenflusses und des Ganges, das Wasser bis auf Strecken süfser ist. Bei eingeschlossenen Meeren, auch sie durch weite Canäle mit dem Ocean in Verbindung, ist allerdings der Salzgehalt verschieden, wie namentlich bei der Ostsee, weniger bei dem schwarzen und weifsen Meere, dem Meere von Marmora und dem gelben Meere der ist, die einen geringern Salzgehalt haben, statt dafs derbeim mittelländischen gröfser ist.

V. Horner[1] bediente sich zu seinen während der Kruschen Entdeckungsreise sogleich an Ort und Stelle geund auf 10° R. reducirten Messungen eines Fahrenheitschen Araeometers von Troughton und gelangte hierdurch allgemeinen Resultaten. 1) Ein anhaltender starker Regen vermindert den Salzgehalt mindestens auf der Oberfläche. 2) Verstärkte Verdunstung, z. B. durch ausgebreitete Lagen von Seegewächsen bedingt, bewirkt eine Vermehrung des spec. Gewichtes. 3) Das Wasser der äquatorialen Zone ist salzreicher, als das unter höhern Breiten, und zwischen 50 und 60 Grad N. B. ist dasselbe salziger, als unter gleichen südlichen Breiten. 4) Das Wasser des atlantischen Meeres übertrifft an Salzgehalt das der Südsee. Dafs Wasser der eingeschlossenen Meere minder salzig sey, als des Oceans, fand er beim chinesischen, koräischen und ochotzkischen Meere bestätigt. John Davy[2] folgert zwar aus Versuchen auf einer Reise von England nach Ceylon, der Salzgehalt des Meeres überall gleich sey und nur heftige Regen auf einzelnen Strecken vermindert werde, aus der Uebersicht der von ihm angegebenen Bestimmungen geht unverkennbar ein Unterschied des spec. Gewichts nach dem von v. Horner angegebenen Gesetze hervor. Gay-Lussac[3] erhielt von Lamarche verschiedene Proben Meerwasser, die von der Oberfläche zwischen 31° N. B. bis 24° S. im atlantischen Oceane geschöpft worden waren, und unter-

---

1 Krusenstern's Entdeckungsreise. Pet. 1812. Th. III. Daraus G. LXIII. 159.

2 Philos. Trans. 1827. Daraus in G. LXIII. 183.

3 Ann. Chim. et Phys. T. VI. u. VII. Daraus in G. Ann. a. a. O. 302.

suchte diese gemeinschaftlich mit Despretz. Die erha
Resultate zeigen einige Abweichungen von einander, v
Gay-Lüssac folgert, dafs unter etwa 10° N. B. ein
mum des spec. Gewichts statt finde, welches unter 24°
und 35° N. B. einander gleich sey; allein dieses stimm
allen übrigen Messungen nicht überein, und Gay-Lüssa
gert daher aus einer Vergleichung mit vielen andern B
mungen, dafs der Salzgehalt aller zusammenhängenden g
Meere gleich sey; auch überzeugten ihn eigends des
angestellte Versuche, dafs selbst gesättigte Salzsolution
langen Röhren ruhig stehend unten nicht concentrirter
den, woraus dann folgt, dafs um so mehr bei dem nich
turirten Seewasser die Tiefe keinen Einflufs auf die Dic
keit hat.

19) Der Salzgehalt des Meeres bedingt dessen specifi
Gewicht, welches der Menge der darin aufgelösten feste
standtheile proportional wächst. Im Mittel wird dasselbe
Meissner[1] = 1,026 angegeben, allein dieses ist zu gr
hauptsächlich wenn man es, wie billig, auf 0° C. red
Soll dieses geschehn, so mufs das Gesetz der Ausdeh
durch Wärme für Seewasser bekannt seyn, welches ich je
mit hinlänglicher Genauigkeit aufgefunden zu haben gla
Hiernach sind die folgenden Bestimmungen auf 0° C, so
die Angaben dieses erlaubten, reducirt.

Wenn man die ältern Wägungen des Meerwassers w
nicht genügender Genauigkeit übergeht, so ist diejenige R
welche Marcet[3] über das Wasser der verschiedensten M
mitgetheilt hat, auf jeden Fall von gröfstem Umfange.
der ist dabei die Temperatur nicht angegeben. Wenn
aber berücksichtigt, dafs die Abhandlung hierüber am 2
Mai 1819 in der Kön. Soc. zu London vorgelesen wurde
Wägungen daher im Winter in einem ohne Zweifel gehe
Zimmer gemacht worden sind, so dürfte eine Wärme von
C. von der Wahrheit nicht sehr entfernt liegen. Marcet bed

1 Dessen Araeometrie. Wien 1816. fol. Th. II. S. 15.
2 G. W. Muncke über die Ausdehnung der tropfbaren Fl
keiten. In Mém. présentés à l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersb
T. I. p. 62.
3 A. a. O.

sich eines etwas abgeänderten Homberg'schen Aräometers, und da demnach auch die Ausdehnung des reinen Wassers durch Wärme berücksichtigt werden muſs, so ist der Quotient aus dem Volumen des reinen Wassers in das des Seewassers, beide für 18° C., also 1,002587:001368 der geeignete Factor, um das spec. Gewicht des Seewassers bei 0° C. gegen reines Wasser im Puncte seiner gröſsten Dichtigkeit zu erhalten. Mit Weglassung derjenigen Bestimmungen, welche Marcet selbst wegen äuſserer Einflüsse als ungenügend bezeichnet, giebt folgende Tabelle die spec. Gewichte der verschiedenen Proben mit Hinzufügung der geographischen Bestimmung der Orte, wo sie erhalten wurden, der Tiefe, aus welcher das Wasser geschöpft worden ist, und der Seefahrer, die es mitgebracht haben. Die Längenbestimmung bezieht sich auf den Meridian von Greenwich.

1) Arktisches Polarmeer.

Breite.		Länge.	sp. Gew.	Tiefe.	Seefahrer.
66°	50′	68° 30′ W.	1,0268	80 Faden	Ross
74	50	59 30 —	1,0274	Oberfläche	Parry
75	14	4 49 O.	1,0285	736 Faden	Franklin
75	54	65 32 W.	1,0271	80 Faden	Ross
76	32	76 46 —	1,0274	80 Faden	Ross
76	33	76 46 —	1,0279	80 Faden	Parry
79	57	11 15 O.	1,0279	34 Faden	Franklin
80	26	10 30 —	1,0284	237 Faden	Franklin
80	28	10 20 —	1,0281	185 Faden	Franklin
80	29	11 — —	1,0281	305 Faden	Franklin

2) Nördliche Zonen.

Breite.		Länge.	sp. Gew.	Tiefe.	Seefahrer.
63	49	55 38 W.	1,0279	80 Faden	Parry
59	40	14 46 —	1,0312	Oberfläche	Bas. Hall
53	45	0 20 —	1,0279	Oberfläche	Dr. Berger
48	25	6 34 —	1,0312	— —	Lushington
46	—	48 — —	1,0277	Oberfläche	Caldwell
45	20	45 10 —	1,0294	250 Faden	Caldwell
45	10	15 — —	1,0306	Oberfläche	Bas. Hall
25	30	32 30 —	1,0301	Oberfläche	Bas. Hall
10	50	24 26 W.	1,0295	Oberfläche	Schmidmeyer
7	—	80 — O.	1,0321	Oberfläche	Lushington
4	—	23 — W.	1,0290	Oberfläche	Schmidmeyer
3	28	81 4 O.	1,0314	Oberfläche	Lushington

3) Aequator.

Breite.		Länge.	sp. Gew.	Tiefe.	Seefahrer.
0	0	25 30 W.	1,0295	Oberfläche	Schmidmeyer
0	0	23 0 —	1,0291	Oberfläche	Bas. Hall
0	0	83 0 O.	1,0293	Oberfläche	Bas. Hall
0	0	92 0 —	1,0282	Oberfläche	Bas. Hall

4) Südlicher Ocean.

Breite	Länge	spec.Gew.	Tiefe	Seefahrer.
8° 30' S.	32° 0' W.	1,0302	Oberfläche	Schmidmeyer
9 ——	35 — —	1,0305	Oberfläche	Schmidmeyer
11 30—	33 7 —	1,0310	Oberfläche	Lushington
21 —	0 —	1,0291	Oberfläche	Bas. Hall
23 30	73 0 O.	1,0295	Oberfläche	Bas. Hall
25 30	5 30 —	1,0333	Oberfläche	Bas. Hall
28 0	43 — —	1,0284	Oberfläche	Bas. Hall
35 10	21 — —	1,0287	Oberfläche	Bas. Hall

5) Gelbes Meer.

35 0 N.	— —	1,0241	Oberfläche	Bas. Hall

6) Mittelländisches Meer.

36 0	5 — W.	1,0313	250 Faden	Macmichael
36 0	5 — W.	1,0317	Oberfläche	Macmichael

7) Meer von Marmora.

40 30	26 12 O.	1,0294	34 Faden	Liston
40 30	26 12 —	1,0215	Oberfläche	Liston
41 —	29 — —	1,0157	30 Faden	Liston
41 —	29 — —	1,0145	Oberfläche	Liston

8) Schwarzes Meer.

— —	— —	1,0154	Oberfläche	Sautter

9) Weifses Meer.

65 15	39 19 O.	1,0202	Oberfläche	Sautter

10) Ostsee.

56 —	15 — O.	1,0061	Oberfläche	Prevost
56 —	12 40 —	1,0171	17 Faden	Berger
57 39	— — —	1,0272	14 Faden	Berger

Die einzelnen Bestimmungen weichen nicht unbeti
lich von einander ab und mehr, als bei solchen Messı
der Fall zu seyn pflegt, insbesondere wenn man berück
tigt, dafs die letzteren sämmtlich von einem und dem
Physiker gemacht wurden. Wollte man blofsen Vermuthı
Raum geben, so liefse sich denken, dafs das geschöpfte
ser zuweilen etwas längere Zeit in offenen Gefäfsen stand
es in die wohlverwahrten Flaschen gefüllt wurde, so d
durch Verdunstung etwas concentrirter werden konnte.
zwischen geht aus dem arithmetischen Mittel dieser Be
mungen so viel hervor, dafs das Wasser des nördliche
larmeeres am leichtesten ist und von hier an bis zum 30.
S. B. an spec. Gewichte zunimmt. Im Mittel nämlich is
spec. Gewicht des Wassers aus dem nördlichen Poları
= 1,02776, bis zum Aequator = 1,02983, unter der
= 1,029025 und im südlichen Oceane = 1,03002. E
schlossene Meere weichen von dem allgemeinen Mittel b
tend ab und bei einigen findet an den verschiedenen S
ein sehr merklicher Unterschied statt. Das Wasser des
telländischen Meeres ist auf jeden Fall merklich schwerer
des Meeres von Marmora wird leichter, je näher ma
Strömung aus dem schwarzen Meere kommt, und das der
see kommt blofs an einigen nördlicher gelegenen Stellen
Gewichte des Seewassers nahe.

20) Vorzüglich schätzbare Versuche zur Bestimmun
spec. Gewichts des Seewassers hat v. Horner auf der
stenstern'schen Entdeckungsreise gemacht. Die erhaltenen
sultate sind schon deswegen um so viel zuverlässiger, we
Wägungen mit dem frisch geschöpften Wasser vorgeno
wurden, nicht zu rechnen die angegebene grofse Feinhei
gebrauchten Aräometers und die bekannte Sorgfalt und
wissenhaftigkeit des Experimentators. V. Horner reducir
erhaltenen Werthe sämmtlich auf 10° R., indem er die
dehnung des Seewassers durch Wärme vermittelst seines
meters bestimmte, wobei es ihm nicht entging, dafs
weit regelmäfsiger und (mindestens bei nicht hohen Tem
turen) ungleich gröfser ist, als bei reinem Wasser. Zur
sern Uebersicht habe ich indefs die hiernach erhaltenen
stimmungen auf gleiche Weise, als bei den eben mitgeth

gesehn ist, auf 0° C. für das Seewasser und auf den Punct der größten Dichtigkeit des reinen Wassers reducirt.

Atlantisches Meer.

Breite	spec. Gew.	Monat
4[illegible],0 N.	1,0288	Mai
25,5 —	1,0303	Juni
26,0 —	1,0303	—
28,0 —	1,0303	—
30,0 —	1,0298	—
39,0 —	1,0294	Juli
55,0 —	1,0282	—
60,5 —	1,0279	Febr.
40,0 S.	1,0301	—
44,0 —	1,0279	—

Atlantisches Meer.

Breite	spec. Gew.	Monat
48 S.	1,0272	Febr.
52 —	1,0259	—
58 —	1,0274	—

Südsee.

Breite	spec. Gew.	Monat
22 N.	1,0288	Juni
23 —	1,0282	—
31 —	1,0284	Sept.
32 —	1,0273	Octob.
32 —	1,0282	Nov.

Südsee.

Breite	spec.Gew.	Monat.
4[illegible]° N.	1,0278	Octob.
46 —	1,0256	Octob.
48 —	1,0286	Sept.
50 —	1,0230	Octob.
51 —	1,0257	Juli
52 —	1,0254	Juli
3 S.	1,0287	Mai
8 —	1,0289	—
31 —	1,0282	April
32 —	1,0284	—

Südsee.

Breite	spec.Gew.	Monat
39° S.	1,0275	April
56 —	1,0261	März
56 —	1,0263	—
57 —	1,0266	—

Chinesisches Meer.

Breite	spec.Gew.	Monat
6 N.	1,0278	Febr.
10 —	1,0270	—
19 —	1,0281	—
22 —	1,0280	—

Ochotzkisches Meer.

Breite	spec. Gew.	Monat
53°N.	1,0220	Aug.
— —	1,0230	—
— —	1,0252	—
54 —	1,0254	—
— —	1,0259	—

Koraisch. Meer.

Breite	spec. Gew.	Monat
40° N.	1,0262	Mai
43 —	1,0266	—
— —	1,0256	—
46 —	1,0230	—
46 —	1,0240	—

Ostsee.

Breite	spec. Gew.	Monat
56 N.	1,0067	Aug.
60 —	1,0076	—

Auch diese Resultate zeigen gröfsere Unterschie
dafs sie für Beobachtungsfehler gelten könnten, und dal
winnt die Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dafs das
wasser an verschiedenen Strecken oder zu verschiedene
ten ein ungleiches specif. Gewicht habe. Auffallende
sind die Ergebnisse von folgenden Betrachtungen. Al
stimmungen für den atlantischen Ocean geben im
1,02875, für die Südsee 1,02692, wonach also das Was
erstern Meeres salzreicher, als das des letztern wäre
Folgerung, die sich mit anderweitigen Thatsachen in
einstimmung bringen läfst. Vergleichen wir bei beiden
nen, das chinesische Meer mit eingeschlossen, die nö
und südliche Erdhälfte, so giebt das arithmetische Mi
jene 1,02795 und für diese 1,02765, wonach also, im V
spruche mit Marcet, der südliche Ocean weniger sal
seyn würde. Letzteres Resultat ist das wahrscheinliche
auf der Südhälfte der Erde im Ganzen die Eisbildung
und die Verdunstung geringer ist. Endlich geht aus de
gleichung noch so viel unverkennbar hervor, dafs de
gehalt im Allgemeinen unter niederen Breiten gröfser al
höhern ist.

21) Die bereits erwähnten Bestimmungen von John
gehören sicher mit zu den genauesten. Das in einem
Eimer geschöpfte Wasser wurde entweder sogleich ver
eines dem Homberg'schen ähnlichen Aräometers gewogen
es wurde in Flaschen gefüllt, sorgfältig verschlossen u
am Lande nach der Ankunft auf Ceylon untersucht,
fserdem die Schwankungen des Schiffes fehlten, die
ersten Wägungen der gröfseren Genauigkeit Abbruch
Die mittlere Temperatur bei diesen Versuchen war 80°
deswegen hat John Davy auch die früher erhaltenen
tate hierauf reducirt, was zwar nicht mit gehöriger
geschehn seyn kann, weil damals die Gesetze der A
nung beider Flüssigkeiten noch nicht genügend bekan
ren; inzwischen wurden bei weitem die meisten Besti
gen später am Lande bei der angegebenen Temperatur
ten, und so können also die aus ungleicher Wärme en
genden Fehler nicht grofs seyn, wenn man alle auf di
angegebene Weise auf 0° C. des Seewassers und auf der

[illegible]gröfsten Dichtigkeit des süfsen Wassers reducirt. Dieses [illegible] dann folgende Werthe.

Breite	Länge W.	spec. Gew.	Breite	Länge W.	spec. Gew.
8° 25′ N	10° 20′	1,0264	4° 9′ N.	19° 15′	1,0291
7 53 —	10 28	1,0277	4 2 —	18 44	1,0288
6 28 —	13 50	1,0270	4 0 —	18 30	1,0284
2 54 —	15 47	1,0270	2 58 —	18 44	1,0284
40 48 —	16 34	1,0270	1 20 —	21 10	1,0277
37 6 —	21 35	1,0270	0 12 S.	21 50	1,0277
34 54 —	22 15	1,0284	1 28 —	22 20	1,0277
33 14 —	21 59	1,0277	10 30 —	24 25	1,0276
31 58 —	22 24	1,0274	22 36 —	26 30	1,0277
28 25 —	23 5	1,0274	30 25 —	20 0	1,0270
25 36 —	23 15	1,0287	34 25 —	3 20 O.	1,0267
19 1 —	22 47	1,0270	34 45 —	5 31	1,0264
16 47 —	22 37	1,0280	34 1 —	17 51	1,0273
15 4 —	21 26	1,0290	34 1 —	17 51	1,0264
12 56 —	20 20	1,0288	35 57 —	24 0	1,0267
9 42 —	19 20	1,0290	32 4 —	58 18	1,0274
8 23 —	19 16	1,0291	21 45 —	65 25	1,0273
37 —	19 10	1,0291	1 40 —	63 35	1,0267

Die Unterschiede der einzelnen Bestimmungen sind bei [illegible] kleiner bei dieser Reihe, als bei den beiden vorher [illegible]getheilten, und es gehn unverkennbar die beiden durch [illegible] Horner gleichfalls aufgefundenen Gesetze daraus hervor, [illegible]lich dafs der Salzgehalt des Meeres unter niedern Breiten [illegible]nimmt und auf der nördlichen Erdhälfte gröfser ist, als auf [illegible] südlichen. Das arithmetische Mittel für die erstere ist = 1,02801 und für die letztere = 1,02712, im Ganzen also = 1,027265, mithin geringer, als das durch Marcet und [illegible] Horner gefundene.

22) Die Wägungen, welche unter der Aufsicht von Gay-Lussac durch Despretz mit Seewasser vorgenommen wur[illegible], welches diese Gelehrten von Lamarche in wohlver[illegible] und verpichten Flaschen erhielten, die derselbe auf [illegible] Rückreise von Rio Janeiro nach Frankreich in verschie[illegible] Gegenden gefüllt hatte, gehören unstreitig zu den ge[illegible], um so mehr, als sie nach Homberg's Methode [illegible] bei 8° C. gemacht wurden und sich daher genau auf

die Normaltemperatur durch das oben angegebene Verf
reduciren lassen. Wir erhalten hiernach folgende Werth

Breite	Länge W.	spec.Gew.	Breite	Länge W.	spec.G
35° 0′ N.	17° 0′	1,0297	5° 2′ S.	22° 36′	1,02
31 50 —	23 53	1,0301	8 1 —	5 16	1,02
21 0 —	28 25	1,0295	12 59 —	26 56	1,03
9 59 —	19 50	1,0278	15 3 —	24 8	1,02
6 0 —	19 55	1,0284	17 1 —	28 4	1,02
3 2 —	21 20	1,0281	20 21 —	37 5	1,03
0 0 —	23 0	1,0290	23 55 —	43 4	1,03

Das Mittel aus den Wägungen des Wassers der s
chen Erdhälfte giebt 1,02974 und der nördlichen 1,02894,
mit den durch J. Davy und v. Horner gefundenen Res
ten nicht übereinstimmt, auch folgt aus ihnen keine Zun
des Gewichts unter niederen Breiten. Gay-Lussac
den Unterschied der einzelnen gefundenen Werthe gr
als er bei der angewandten Sorgfalt erwartete, und d
Nämliche bei allen drei Reihen wiederkehrt, so müfste
hiernach annehmen, dafs der Salzgehalt des Meeres si
einzelnen Strecken zuweilen ändert.

23) Bei Gelegenheit der englischen Nordpol-Expe
im Jahre 1818 stellte Fischer[1] viele Wägungen an, un
spec. Gewicht des Meerwassers auszumitteln, wozu e
einer vortrefflichen hydrostatischen Waage von Newma
diente. Die Temperatur des Wassers bei den Wäg
selbst ist nicht angegeben, die Resultate lassen sich
nicht reduciren, allein dieses wird auch überflüssig, d
nichts weiter zu beweisen vermögen, als dafs das zwi
dem Eise von der Oberfläche geschöpfte Wasser an sp
schem Gewichte hinter dem unter niedrigern Breiten wei
rückbleibt. Das geringste Gewicht des Wassers von der
fläche war 1,0086, als dasselbe etwas unter den Gefrier
erkaltet war, woraus man schliefsen könnte, dafs die
scheidung des Salzes dann schon begonnen habe. Das
ser aus 40 Faden Tiefe war von 1,0275 spec. Gewicht,
Zunahme des Salzgehaltes war dann der wachsenden
zwar nicht direct proportional, stieg aber doch bis 1,028

1 G. LXIII. 262.

[illegible] Faden Tiefe. Interessant sind jedoch die mittlern Resultate der Wägungen, welche FISCHER auf der Hinreise und der Rückfahrt mit dem Wasser anstellte, welches unter den verschiedenen Breiten von der Oberfläche geschöpft wurde, woraus dann die Abnahme des Salzgehaltes unter höhern Breiten unverkennbar hervorgeht.

Breite	spec.Gew.	Breite	spec.Gew.
60° bis 61°	1,0276	71° bis 72°	1,0276
61 — 62	1,0276	72 — 73	1,0276
62 — 63	1,0275	73 — 74	1,0277
63 — 64	1,0276	74 — 75	1,0275
64 — 65	1,0275	75 — 76	1,0275
65 — 66	1,0275	76 — 77	1,0274
66 — 67	1,0275	77 — 78	1,0273
67 — 68	1,0274	78 — 79	1,0272
68 — 69	1,0275	79 — 80	1,0267
69 — 70	1,0275	80 — 81	1,0267
70 — 71	1,0275	81	1,0058

24) Eine sehr schätzbare Reihe von Wägungen des Seewassers ist auf v. KOTZEBUE's erster Reise angestellt und durch v. CHAMISSO[1] mitgetheilt worden. Das Wasser wurde stets von der Oberfläche genommen und die Temperatur desselben ist zugleich mit angegeben, allein bloſs diejenige, die unmittelbar nach dem Schöpfen gemessen worden war, so daſs sie bei der Bestimmung des specif. Gewichtes ungewiſs bleibt und somit keine Reduction angewandt werden kann. Diese würde jedoch nur die unter niedern Breiten gefundenen spec. Gewichte noch mehr erhöhen, die ohnehin so groſs sind, daſs man sie für corrigirt zu halten geneigt seyn sollte. Sämmtliche Bestimmungen sind nach den Breiten, den Längen und den Jahreszeiten geordnet, auſserdem fallen die meisten in das Jahr 1816, viele in 1817 und einige in 1818; die einzelnen weichen von einander nicht unmerklich ab, der auffallendste Unterschied zeigt sich jedoch rücksichtlich der ungleichen Breiten. Da es zu viel Raum erfordern würde, sie in ihrer ganzen Ausdehnung hier aufzunehmen, so beschränke ich mich

1 Entdeckungsreise in die Südsee und nach der Behringsstraſse u. s. w. unter A. v. KOTZEBUE. Weim. 1821. Bd. III. S. 221.

auf die arithmetischen Mittel aus den zu verschiedenen
ten und unter ungleichen Längengraden erhaltenen Wert
die ich nach den Graden der Breite zusammenstelle.

Breite	sp. Gew.	Breite	sp. Gew.	Breite	sp. Gev
65° N.	1,02375	30° N.	1,02835	5° S.	1,0285
60 —	1,02410	25 —	1,02882	10 —	1,0285
55 —	1,02462	20 —	1,02885	15 —	1,0290
50 —	1,02480	15 —	1,02866	20 —	1,0296
45 —	1,02585	10 —	1,02848	25 —	1,0291
40 —	1,02700	5 —	1,02850	30 —	1,0298
35 —	1,02780	0 —	1,02850	35 —	1,0283

Aus dieser Uebersicht geht unverkennbar hervor, dafs
spec. Gewicht des Seewassers unter niederen Breiten grö
ist, als unter höhern, und auf der Südhälfte der Erde grö
als auf der nördlichen Hemisphäre. Die erste dieser Fo
rungen stimmt mit andern Beobachtungen überein; die letz
steht mit einigen der genauesten im Widerspruche und
durch die demnächst folgenden Bestimmungen von Lenz
scheidend widerlegt. Aufserdem aber stimmen die unter
hern nördlichen Breiten gefundenen spec. Gewichte mit
Resultaten anderer Messungen durchaus nicht überein, sie
so auffallend geringe, dafs man nothwendig auf Beobachtu
fehler schliefsen mufs, deren Verbesserung jedoch unnö
ist, da es anderweitige Bestimmungen zur Genüge giebt,
den Sachverhalt aufser Zweifel stellen.

25) Scoresby[1] glaubt, dafs an einzelnen Stellen spec
Ursachen, namentlich das Einfallen mächtiger Flüsse, den S
gehalt des Meerwassers ändern können, dafs dagegen aber
steten Bewegungen durch Strömungen und Stürme eine ül
all gleiche oder wenig verschiedene Beschaffenheit dessel
bewirken. Für das gröfste beobachtete spec. Gewicht häl
das, was Lamarche[2] unter 20° 21′ S. B. und 33° 35′ W
v. G. = 1,0297 fand, und für das geringste dasjenige, wa
selbst unter 78° N. B. und 7° östl. L. = 1,0259 bestimm
eingeschlossene Meere machen jedoch hiervon eine Ausnah
wie denn namentlich Ross das Wasser der Baffinsbay

1 Account of the arctic Regions. T. I. p. 171.
2 Ann. of Philos. T. XII. p. 32.

=1,030 fand, das der Ostsee[1] nach genauen Messungen nur =1,014 beträgt und das des mittelländischen Meeres specifisch schwerer ist, als das des Oceans[2]. Unter 62 Wägungen, welche SSORESBY im grönländischen Meere von 57° 22′ bis 79° 4′ N. B. mit Seewasser vorgenommen hat, wovon einige Proben selbst in der Nähe von Eis geschöpft waren, ist das geringste auf die angegebene Weise reducirte Resultat = 1,0246 und das gröfste = 1,0295, beide unter 57° N. B. erhalten, das Mittel aus allen aber ist 1,02809. Hiermit stimmen auch die Resultate der Wägungen überein, welche ANDREW FYFE[3] mit 16 Proben Seewasser vornahm, die er von SCORESBY und ROSS aus 62° bis 78°,5 N. B. erhalten hatte, wonach das geringste reducirte Gewicht = 1,0266, das gröfste aber = 1,0286, das Mittel aus allen aber = 1,02797 ist.

26) Die bereits mehrmals erwähnten Bestimmungen des specifischen Gewichts des Seewassers, welche LENZ auf der letzten Entdeckungsreise des Capitains v. KOTZEBUE gemacht hat, entscheiden zuerst die oft aufgeworfene Frage über den mit der Tiefe zunehmenden Salzgehalt. Hierzu war blofs erforderlich, das spec. Gewicht des Wassers von der Oberfläche und des aus der Tiefe mit dem Bathometer heraufgebrachten bei gleichen Temperaturen auszumitteln und beide mit einander zu vergleichen. Dieses geschah auf sieben Stationen und gab folgende Resultate.

---

1 Ann. of Philos. T. VII. p. 42.
2 Ebend. T. IV. p. 206.
3 Edinb. phil. Journ. No. I. p. 160.

Breite	Länge	Tiefe in T.	spec. Gew.	Differenz
7° 20′ N.	21° 59′ W.	0	1,02574	
		539	1,02644	— 0,0007
21 14 —	196 1 —	0	1,02701	
		665,1	1,02666	+ 0,0003
		929,4	1,02659	+ 0,0004
25 6 —	156 58 —	0	1,02706	
		167	1,02674	+ 0,0003
41 12 —	141 58 —	0	1,02562	
		205	1,02609	— 0,0004
		512,1	1,02658	— 0,0009
32 6 —	136 48 —	0	1,02678	
		214	1,02624	+ 0,0005
		450,2	1,02651	+ 0,0002
		592,6	1,02629	+ 0,0004
32 20 —	42 30 —	0	1,02825	
		1014,8	1,02714	+ 0,00111
45 53 —	15 17 —	0	1,02738	
		396,4	1,02732	+ 0,0000

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dafs der Salzge des Meeres vom Aequator bis zu 45° N. B. in allen Tie gleich ist, denn die Unterschiede sind einander entgegen setzt und die meisten sind so, dafs sie eher eine mit Tiefe abnehmende Salzigkeit anzeigen.

Ueber das spec. Gewicht des von der Oberfläche schöpften Wassers hat Lenz im Ganzen 276 Bestimmun mitgetheilt, und da diese vorzugsweise dazu dienen könn die Frage über den Salzgehalt des Seewassers definitiv zu antworten, so gestattet ihre allgemeine Wichtigkeit keine W lassungen. Um jedoch möglichst in die Kürze zu ziehn, h ich von denen, bei welchen der Unterschied der Breite Länge nicht mehr als 30 Minuten beträgt, das arithmetis Mittel genommen. Lenz hat alle seine Messungen auf 14 reducirt; um sie aber mit den bisher mitgetheilten Bestimm gen anderer Gelehrten besser vergleichen zu können, habe sie durch Multiplication mit dem Quotienten $\frac{1,002477}{1,001280}$, v von der Zähler dem Volumen des Seewassers, der Nen aber dem des reinen Wassers bei 14° R. nach meinen V suchen angehört, auf 0° C. des Seewassers gegen destillir Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit reducirt.

1) Atlantischer Ocean.

Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.
50°25′ N.	2°39′	1,0278	13°15′ N.	35°23′	1,0281
50 16 —	3 18	1,0281	11 29 —	24 25	1,0282
50 10 —	5 4	1,0284	11 22 —	33 48	1,0289
49 30 —	6 14	1,0285	9 45 —	22 59	1,0282
48 54 —	5 57	1,0278	7 25 —	21 55	1,0271
48 10 —	11 57	1,0286	6 12 —	21 10	1,0272
47 48 —	7 36	1,0284	6 8 —	28 41	1,0288
47 19 —	15 54	1,0289	5 30 —	21 00	1,0277
47 10 —	8 33	1,0276	5 1 —	18 44	1,0271
45 53 —	15 17	1,0287	4 36 —	25 24	1,0285
45 31 —	16 22	1,0288	3 20 —	20 45	1,0278
45 1 —	17 16	1,0286	3 22 —	23 30	1,0280
44 0 —	18 39	1,0289	2 3 —	22 46	1,0282
43 17 —	24 8	1,0289	1 55 —	23 10	1,0277
43 3 —	11 35	1,0282	0 00 —	24 16	1,0285
42 40 —	30 31	1,0290	1 25 S.	26 10	1,0285
41 6 —	34 15	1,0289	2 20 —	22 18	1,0285
41 2 —	12 38	1,0286	4 7 —	28 00	1,0287
40 2 —	12 38	1,0288	6 51 —	29 19	1,0288
39 53 —	36 37	1,0291	8 4 —	16 19	1,0287
38 3 —	36 57	1,0290	9 36 —	31 00	1,0289
38 0 —	13 20	1,0290	11 12 —	12 33	1,0292
36 43 —	37 17	1,0290	14 16 —	34 14	1,0294
36 20 —	14 6	1,0292	14 18 —	8 7	1,0290
35 20 —	40 2	1,0292	15 58 —	5 49	1,0292
33 9 —	14 53	1,0289	16 15 —	34 58	1,0295
32 20 —	42 30	1,0293	18 5 —	2 44	1,0290
31 50 —	42 15	1,0294	18 29 —	35 56	1,0295
30 55 —	15 19	1,0291	20 11 —	37 33	1,0295
28 13 —	16 14	1,0289	21 29 —	357 49	1,0290
27 7 —	41 45	1,0296	22 21 —	39 28	1,0295
25 39 —	17 45	1,0291	24 49 —	350 30	1,0282
24 10 —	41 48	1,0295	26 45 —	350 30	1,0284
23 52 —	19 48	1,0288	26 55 —	44 5	1,0289
22 24 —	21 23	1,0288	28 46 —	347 29	1,0283
21 45 —	40 33	1,0297	29 21 —	45 16	1,0285
21 0 —	23 18	1,0289	30 34 —	345 13	1,0283
19 22 —	39 13	1,0297	31 12 —	46 25	1,0290
19 1 —	25 5	1,0290	31 49 —	343 36	1,0278
17 16 —	37 57	1,0293	32 37 —	47 19	1,0289
16 23 —	26 27	1,0288	33 31 —	49 22	1,0288
15 11 —	36 41	1,0282	34 3 —	342 31	1,0282
13 38 —	25 41	1,0289	35 00 —	51 6	1,0280

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec.Ge
37°24' S.	52° 31'	1,0267	48°54' S.	63° 14'	1,026[illegible]
40 41 —	52 20	1,0286	50 18 —	63 24	1,026[illegible]
43 45 —	55 32	1,0275	53 27 —	63 58	1,027[illegible]
44 2 —	56 34	1,0276	54 6 —	64 15	1,026[illegible]
44 49 —	48 9	1,0275	54 49 —	63 5	1,026[illegible]
44 15 —	60 33	1,0268	55 59 —	66 7	1,026[illegible]
48 7 —	63 15	1,0269	56 41 —	68 19	1,027[illegible]

Südsee.

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew
56°22' N.	138° 1'	1,0257	25° 6' N.	156°58'	1,0282
55 11 —	139 13	1,0261	24 49 —	142 15	1,0284
53 52 —	144 58	1,0262	23 41 —	156 40	1,0283
52 55 —	148 10	1,0263	23 33 —	196 25	1,0284
52 7 —	151 10	1,0261	23 27 —	146 58	1,0283
51 32 —	138 57	1,0265	23 12 —	134 27	1,0279
51 8 —	154 36	1,0262	23 5 —	157 53	1,0283
50 25 —	192 26	1,0262	21 59 —	151 1	1,0286
50 2 —	187 16	1,0265	21 30 —	196 0	1,0283
49 36 —	180 45	1,0261	21 16 —	156 9	1,0281
49 22 —	199 42	1,0263	21 5 —	153 42	1,0281
48 9 —	139 29	1,0266	20 13 —	234 28	1,0282
47 33 —	199 29	1,0265	20 13 —	150 35	1,0281
46 42 —	200 14	1,0265	19 57 —	228 59	1,0282
46 9 —	140 32	1,0266	19 47 —	147 6	1,0279
44 15 —	140 28	1,0266	19 29 —	195 36	1,0283
41 52 —	200 52	1,0272	18 59 —	195 2	1,0284
41 20 —	141 50	1,0269	18 36 —	161 13	1,0281
40 42 —	142 41	1,0269	18 12 —	239 44	1,0275
39 46 —	142 40	1,0268	17 8 —	194 5	1,0281
37 30 —	140 47	1,0276	16 44 —	163 50	1,0283
37 2 —	202 0	1,0280	16 28 —	240 33	1,0272
35 22 —	139 19	1,0278	15 23 —	127 22	1,0283
34 15 —	201 2	1,0279	15 10 —	193 21	1,0280
33 5 —	201 4	1,0278	14 32 —	169 38	1,0283
32 53 —	137 48	1,0280	13 3 —	192 35	1,0279
31 17 —	137 5	1,0281	12 6 —	181 18	1,0282
29 34 —	156 0	1,0281	11 35 —	196 0	1,0279
28 54 —	137 57	1,0283	11 19 —	186 5	1,0282
27 53 —	128 17	1,0275	11 11 —	189 56	1,0277
27 52 —	156 34	1,0281	10 2 —	191 3	1,0279
27 6 —	138 47	1,0281	8 22 —	186 52	1,0287
25 30 —	130 46	1,0287	1 1 —	180 26	1,0284

Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.
1° 25′ S.	178° 52′	1,0284	18° 58′ S.	99° 53′	1,0289
2 50 —	177 55	1,0283	19 17 —	97 8	1,0289
4 39 —	177 29	1,0285	19 41 —	94 9	1,0288
8 2 —	175 33	1,0281	21 35 —	88 41	1,0280
9 59 —	175 6	1,0278	22 18 —	86 39	1,0282
11 24 —	174 14	1,0276	23 49 —	84 49	1,0281
13 19 —	172 54	1,0280	25 3 —	83 24	1,0281
14 15 —	170 50	1,0282	27 31 —	79 48	1,0277
14 30 —	168 1	1,0279	29 43 —	77 38	1,0274
14 32 —	143 55	1,0287	32 36 —	74 59	0,0281
14 57 —	165 46	1,0283	37 55 —	74 28	0,0277
15 6 —	161 55	1,0283	43 6 —	78 14	0,0269
15 16 —	159 41	1,0287	44 47 —	78 22	0,0267
15 42 —	146 14	1,0284	48 54 —	63 14	0,0269
15 55 —	140 0	1,0288	49 6 —	80 23	0,0270
16 5 —	135 0	1,0289	50 18 —	63 24	0,0269
16 21 —	131 52	1,0290	53 27 —	63 58	0,0272
16 50 —	124 15	1,0290	54 6 —	64 15	0,0269
16 55 —	148 52	1,0286	54 17 —	80 57	0,0272
17 13 —	119 6	1,0292	54 49 —	63 5	0,0265
17 25 —	116 15	1,0291	55 59 —	66 7	0,0267
17 35 —	113 34	1,0289	56 2 —	66 41	0,0267
18 24 —	105 9	1,0290	56 41 —	68 19	0,0270
18 41 —	102 34	1,0289	57 27 —	70 47	0,0273

Indisches Meer.

Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.
13° 29′ N.	244° 17′	1,0271	20° 45′ S.	284° 59′	1,0278
13 0 —	246 47	1,0273	22 2 —	288 25	1,0279
9 17 —	251 20	1,0273	22 39 —	291 31	1,0279
5 12 —	254 50	1,0272	23 33 —	294 26	1,0278
2 42 —	255 22	1,0268	24 33 —	298 18	1,0278
6 58 S.	255 26	1,0266	25 4 —	301 9	1,0279
9 15 —	256 4	1,0267	26 55 —	306 22	1,0279
12 13 —	256 9	1,0267	28 26 —	312 49	1,0280
12 29 —	257 59	1,0278	28 48 —	315 2	1,0279
13 19 —	259 56	1,0273	30 5 —	320 4	1,0280
14 6 —	266 48	1,0272	31 24 —	322 46	1,0282
14 36 —	265 5	1,0272	34 2 —	327 9	1,0280
14 55 —	269 46	1,0274	33 58 —	330 34	1,0282
16 24 —	273 5	1,0274	34 7 —	332 18	1,0282
18 23 —	278 5	1,0275	35 10 —	335 28	1,0280
19 43 —	281 35	1,0278	35 21 —	339 17	1,0283

Einen nur kleinen, aber durch die begleitenden Umst
interessanten Beitrag zu den Bestimmungen des spec. Gew
tes des Seewassers hat der berühmte Capitain Ross[1] geli
Eine durch einen Glasstöpsel verschlossene Flasche mit W
ser brachte er aus der Spence-Bay von der Landenge
Boothia Felix mit und dieses zeigte nachher ein spec.
wicht = 1,011 bei 64° F. (17°,8 C.); eine Pinte dess
enthielt 8,7 Grains salzsaure Magnesia, 8,26 schwefel
Magnesia, 9,25 Kochsalz und 7,47 schwefelsauren Kalk.
Salzlake, die er in einem Ochsenschädel fand, wo sie w
scheinlich durch das Gefrieren concentrirt war, und die
— 18° C. noch flüssig blieb, hatte ein spec. Gewicht von 1
bei eben jener Temperatur.

27) Die bisher in grofser Ausführlichkeit mitgethe
Thatsachen führen zu Resultaten, welche sehr genau mit t
retischen Folgerungen übereinstimmen.

a) Wenn gleich einige Messungen des spec. Gew
auf einen gröfsern Salzgehalt in der Tiefe schliefsen lasse
darf man doch blofs annehmen, dafs dort die Salzigke
gelmäfsiger und nicht von zufälligen Bedingungen abh
ist, wie zuweilen an der Oberfläche. Uebrigens ist ein
der Tiefe zunehmende Dichtigkeit des Meerwassers nicht
mal wahrscheinlich, weil nach den Versuchen von G
Lussac[2] selbst gesättigtes Salzwasser in langen Röhren
stehend nicht ungleich dicht wird, die Bewegungen des
res aber sich vermuthlich ganz bis auf den Grund des
erstrecken. Blofs specielle Bedingungen, als anhaltender
flufs trockner Winde, starke Regen, Bildung und Schm
grofser Eismassen und das Herzuströmen grofser Menge
fsen Wassers, können einen merklichen Unterschied zw
dem Salzgehalte der Oberfläche und der Tiefe herbeif
Die Wahrnehmungen von Marsigli und Wilke, d
Meere von Marmora das Wasser der Tiefe viel salzreic
das an der Oberfläche sey, was durch Marcet's Un
chungen bestätigt wird, erklären sich leicht aus den Str
gen des leichtern Wassers aus dem schwarzen Meere und

1 Narrative of a Second Voyage cet. Lond. 1835. 4. A
CXI.

2 Ann. Chim. Phys. T. VI. u. VII. G. LXIII. 202.

keine allgemeine Regel begründen. Ebenso haben alle genaue Beobachter über 100 Seemeilen weit von den Mündungen sehr groſser Ströme, namentlich des Ganges, Plata, Orinoco und Amazonenflusses, einen geringern Salzgehalt des Meeres gefunden.

b) Die Verdunstung, die Hydrometeore und die Eisbildung haben auf den Salzgehalt des Meeres einen merklichen Einfluſs. Die Verdunstung ist unter dem Aequator am stärksten, und obgleich dort auch die Regenmengen am gröſsten sind, so darf man es doch wohl als ausgemacht ansehn, daſs eine bedeutende Menge des unter der Linie aufsteigenden Wasserdampfes nach beiden Seiten hin abgeführt wird. Dagegen aber ist eben dort die Verdunstung der herrschenden Windstillen wegen ohne Zweifel geringer, als in den Regionen der Passate. Durch die Eisbildung endlich wird Salz ausgeschieden und unter die übrige Wassermenge vertheilt, so daſs das aus dem schmelzenden Eise erhaltene süſse Wasser eine, wenn auch nur unbedeutende, Verminderung des Salzgehaltes herbeiführt. Der Salzgehalt des Meeres muſs also unter höhern Breiten bis dahin etwas geringer seyn, wohin durch schmelzende Eisberge groſse Massen süſsen Wassers geführt werden.

c) Diese Folgerung geht übereinstimmend aus den Messungen der verschiedenen Beobachter hervor, Lenz aber hat durch die Genauigkeit seiner Wägungen eine Modification derselben aufgefunden. Nach den angegebenen Gründen müſste nämlich das Maximum des spec. Gewichtes des Seewassers unter dem Aequator gefunden werden, es ergiebt sich jedoch, daſs dasselbe unter etwa 20° N. B. und 40° westl. Länge angetroffen wird. Von hier an nimmt der Salzgehalt wieder ab, erreicht unter etwa 6° N. B. und 21° westl. Länge sein Minimum und geht dann in der südlichen Halbkugel wieder zu einem Maximum über, welches man unter 19° S. B. und 36° westl. Länge setzen kann. In der Südsee zeigen sich gleichfalls zwei Maxima unter 25° N. B. und 130° westl. Länge und ein weit stärkeres unter 17° südl. B. und 119° westl. Länge. Lenz leitet diese Anomalie sehr sachgemäſs von der Einwirkung der Passatwinde her, die gerade unter der Linie weit schwächer sind, wo die Windstillen die Schiffer nicht selten in groſse Verlegenheit setzen, statt daſs gegen die Grenzen der

gemäſsigten Zonen ein steter frischer Wind die Verdun
ausnehmend befördert. In der Südsee ist eigentlich kein
liches Maximum vorhanden, das südliche dagegen ergieb
um so auffallender. Die Ursache hiervon liegt vielleicht
in, daſs die hohen americanischen Berge die durch den
wind fortgetriebene Feuchtigkeit auffangen. Auf gleiche V
ist das nördliche Maximum im atlantischen Meere aus
Einflusse der trockenen Winde, die über die Ebene Af
wehn, leicht erklärbar.

d) Ein gröſserer Salzgehalt einer der beiden Hemisp
scheint sich nicht herauszustellen; dagegen ist der atlant
Ocean am salzreichsten, weniger die Südsee, das ind
Meer aber nimmt an Salzigkeit zu, je mehr es sich den
lantischen Ocean nähert. Dieses geht schon aus den äl
Messungen hervor, ganz unverkennbar aber aus den
Lenz angestellten, aus denen noch weiter folgt, daſs im
lantischen Meere in Folge der anhaltenden Verdunstung
Salzgehalt nach Westen hin wächst. Für die Südsee
sich ein solcher Unterschied aus den Messungen nicht
finden.

Wollte man die Grenzen aufsuchen, zwischen denen
das spec. Gewicht des Seewassers hält, so ist dieses
ganz leicht, weil die Maxima und Minima durch spe
Einflüsse bedingt seyn können. Inzwischen ist nicht
scheinlich, daſs das spec. Gewicht des Seewassers unte
hern Breiten, wenn nicht besondere Ursachen einwirken
ter 1,0265 her abgeht, und so wird auch das Maximum 1
wohl nicht übersteigen, die Temperatur des Seewasse
0° C. und des reinen Wassers im Puncte seiner gröſsten
tigkeit genommen.

28) Die Salze, denen das Seewasser sein gröſseres
Gewicht und seinen salzig bittern Geschmack verdankt,
durch viele Analysen aufgefunden. Die Operationen, wo
jene rücksichtlich des Qualitativen und Quantitativen bes
werden, sind rein chemisch und liegen also auſser den
zen unserer Untersuchungen. Es möge daher genügen z
merken, daſs nach einem oberflächlichen Verfahren das
wasser so lange der Hitze ausgesetzt wird, bis das reine W
durch Verdunstung weggeschafft worden ist und der wä

Rückstand das Verhältniſs der Menge vorhandener fester Substanzen zur Quantität des Wassers abgiebt.

Die älteren, wenn nicht Analysen, doch Bestimmungen des Salzgehaltes des Seewassers haben kaum noch historisches Interesse. Dahin gehören die unbestimmten Angaben von Marsigli und andern, wonach das Wasser des mittelländischen Meeres in einem Pfunde 1 Lt., 2 Lt., 3 und sogar 4 Lt. feste Bestandtheile enthalten soll. Bergmann[1] hat sich mit diesen Untersuchungen viel beschäftigt und in einer schwedischen Kanne 2 Unzen 432 Gr. Kochsalz, 380 Gran Bittersalz und 45 Gr. Gyps gefunden. Genauere Bestimmungen gaben die Analysen von Vogel[2]. Nach diesem enthalten 1000 Gran bis zur Trockne abgerauchtes Seewasser an festen Bestandtheilen

Aus dem	Kohlens. Gas	Salzs. Bittererde	Schwefels. Kalk	Kohlens. Kalk u. Bittererde	Schwefels. Bittererde	Salzsaures Natron
Canal 36	0,23	3,50	0,15	0,20	5,78	25,10
Atl. Meer 38	0,23	3,50	0,15	0,20	5,78	25,10
Mittelländ. Meer 41	0,11	5,25	0,15	0,15	6,25	25,10

Seewasser von der englischen Küste gab in 100 Theilen

Salzsaures Natron	2,490	3,125.
Salzsaure Bittererde	0,354	
Schwefelsaure Bittererde	0,081	
Schwefelsaures Natron	0,103	
Schwefelsauren Kalk	0,097	

Lavoisier's[3] Analysen geben nur im Allgemeinen die Bestandtheile an, nämlich in dem bei Dieppe geschöpften Seewasser in 40 Pfunden: 8 Unz. 6 Qt. Kochsalz, 4 Qt. 26 Gr.

---

1 De aqua pelagica. In Opusc. T. I. p. 179.

2 Schweigg. Journ. T. VIII. S. 357. Vergl. Ann. de Chim. T. [illegible] p. 63.

3 Physisch-chemische Schriften. A. d. Fr. von Weigel. Th. II. [illegible] 113.

Bittersalz, 1 Unz. 5 Qt. 10 Gr. zerfliefsbares Kochsalz
Kalk und 1 Unze zerfliefsbares Kochsalz mit Bittersalz. N
MURRAY[1] machen salzsaures Natron, salzsaure Magnesia, s
saurer Kalk und schwefelsaures Natron die festen Best
theile des Meerwassers aus. Mit weit gröfserer Genauig
hat MARCET[2] nicht etwa alle durch ihr ungleiches Gew
sich als verschieden zeigende Arten von Seewasser unters
sondern nur einige absichtlich gewählte Proben analysirt,
über die Bestandtheile des Seewassers im Allgemeinen und
Unterschied einzelner Meere urtheilen zu können. Der
fand in 500 Gran Wasser von verschiedener Art an fe
Bestandtheilen nach dem Abdampfen:

Art des Meermassers.	Spec. Gew.	Bestandth
Aus dem nördl. Polarmeere . .	1,02727	19,3
Wasser aus Meereis	1,00235	1,75
Aus der Tiefe erhaltenes Wasser	1,02705	19,30
Vom Aequator	1,02785	19,6
Aus dem südl. atlantischen Ocean	1,02819	20,6
Aus dem weifsen Meere . . .	1,02255	16,1
Aus dem schwarzen Meere . .	1,01422	10,8
Aus der Ostsee	1,00490	3,3
Aus dem nördl. atlantischen Meere	1,02886	21,3
Aus dem gelben Meere . . .	1,02291	16,1
Aus dem mittelländischen Meere	1,02730	19,7
Aus dem todten Meere	1,21100	192,5
Aus dem See Urmia in Persien . .	1,11650	111,5

Hiernach läfst sich annehmen, dafs das eigentliche Meerw
ser ohne den Einflufs anderweitiger Bedingungen ung
4 Procent an festen Bestandtheilen enthalte. Die chemi
Untersuchung dieser Rückstände, die mit dem Wasser
dem nördlichen atlantischen Oceane angestellt wurde, ze
die Anwesenheit folgender Salzmengen in 500 Gran
wasser:

---

1 Edinb. Phil. Trans. T. VIII. Ann. de Chim. et Phys. 1817
2 A. a. O.

salzsaures Natron	. . .	13,300 Gr.
schwefelsaures Natron	.	2,330
salzsaurer Kalk .	. . .	0,995
salzsaure Magnesia	. .	4,955
		21,580.

Daſs diese Analyse noch einen höhern Grad der Schärfe zulasse, wodurch noch anderweitige Bestandtheile zum Vorschein kommen würden, unterliegt wohl keinem Zweifel. So entdeckte Wollaston in dem durch Marcet ihm mitgetheilten Seewasser freies und schwefelsaures Kali, nach Balard[1] befindet sich etwas Brom darin und Marcet selbst fand bei einer spätern Analyse[2] einen merklichen Antheil kohlensauren Kalk, woraus die groſse Production der Schalthiere erklärbar wird. Nach Webster's[3] Analyse enthält das Seewasser an der nordamericanischen Küste in einer Pinte in Grains: Schwefelsäure 16,1, Kalk 2,4, Magnesia 13,6, Eisen eine Spur, Natron 95, Salzsäure 96,8, Total 223,9 Grains. Rechnet man[4] 8 Pinten auf ein Gallon und den Gallon zu 277,274 Kub. Zoll, so würden hiernach mit unbedeutender Differenz die festen Bestandtheile des Meerwassers 3,12 Procent betragen. Diese Bestimmung bezieht sich jedoch auf die Quantität der Bestandtheile an sich, ohne denjenigen Gehalt an Wasser, welchen jene Salze beim Trocknen im Wasserbade noch zurückhalten. John Murray[5] analysirte das Wasser aus dem Firth of Forth und fand in 100 Theilen 2,18 salzsaures Natron, [illegible] salzs. Magnesia, 0,078 salzs. Kalk und 0,35 schwefels. Natron, also im Ganzen 3,094 Gewichttheile, mithin gleichfalls etwas über 3 Procent. Gay-Lussac[6] rauchte die oben bereits erwähnten Proben des Seewassers, die er vom atlantischen Meere unter verschiedenen Breiten durch Lamarche erhalten hatte, ab und erhitzte den Rückstand bis zum Glühen, um mit Anwendung der gehörigen Vorsicht die festen Bestandtheile sämmtlich und wasserfrei zu erhalten. Der so dargestellte Rückstand betrug im Minimum 3,57 und im Maximum 3,77,

1 Poggend. Ann. VIII. 114.
2 Ann. of Philos. 1823. Apr. p. 261.
3 Boston Journ. 1824. Jun. p. 96.
4 Vergl. Art. *Maſs*.
5 G. LXIII. 203.
6 Ann. Chim. et Phys. T. VI. u. VII.

im Mittel aber 3,665 Gewichttheile in 100, wobei kleine terschiede, die nicht allezeit mit denen des spec. Gewi zusammenfielen, als Folge des stärkern oder schwächern hens zu betrachten sind. Diese Bestimmung darf als Wahrheit am nächsten kommend gelten, von welcher auch die übrigen nicht bedeutend abweichen; denn GAUBIUS fand schon 3,01 Procent, BERGMANN aber im Wasser aus der Nähe der canarischen Inseln 3,59 Pr FYFE[1] trocknete die aus 16 verschiedenen Proben des wassers aus dem nördlichen Polarmeere von 61° bis 78 haltenen Salze bloſs, ohne sie zu glühn, wog sie aber warm, damit sie keine Feuchtigkeit anziehn sollten, und hielt dann zwischen 3,27 und 3,91 Procent als Mini und Maximum, im Mittel aber 3,691, nur wenig von Bestimmung abweichend, vermuthlich wegen nicht so st Austrocknens der erhaltenen Salze. Hiernach scheint die A von PAGES, wonach das Wasser aus 1° 16′ S. B. 3,5 Pr aus 20° S. B. 3,9 Procent, aus 40° S. B. 4,0 Procent un 46° S. B. sogar 4,5 Procent Salzgehalt haben, überhaupt das Meer nach dem Südpole hin an Salzigkeit bedeutend nehmen soll, mit der Wahrheit nicht übereinzustimmen.

29) Von den ältesten Zeiten her hat man sich viele gegeben, den Ursprung des Salzes im Meerwasser zu erkl obgleich es auf den ersten Blick einleuchtet, daſs das diese seine Beschaffenheit von Anfang an gehabt haben und daher die Frage über die Entstehung derselben mi allgemeinen über den Ursprung der Erde und der Weltk überhaupt zusammenfalle. ARISTOTELES[2] und nach diese Scholastiker meinen, die Ausdünstungen der Meere wi durch den Einfluſs der Sonne so modificirt, daſs sie w zurückfallend die salzigen und bittern Bestandtheile des wassers in sich enthielten. MARSIGLI glaubte, es fänden im Meere, wie auf dem Lande, groſse Lager von Stei wogegen jedoch mit Recht einzuwenden ist, daſs die Bes fenheit des nicht völlig gesättigten Seewassers sich nicht dert, so daſs also das vorhandene Salz ursprünglich aufg seyn müſste, dessen Entstehn dann ebenso räthselhaft, al

1 Edinb. Philos. Journ. N. I. p. 161.
2 Meteorol. II. c. 3.

rührende Problem seyn würde; zudem hat man nie auf dem Meeresboden Salzlager gefunden, was Fichtel[1] für ein bedeutendes Argument gegen diese Hypothese hält. Halley's[2] Meinung, die nur in frühern Zeiten Beifall finden konnte, läfst sich immerhin gegen die gemachten Einwürfe vertheidigen, so wenig man gegenwärtig auch geneigt seyn kann, ihr beizupflichten. Hiernach sollen die Flüsse allmälig die Salze dem Meere zugeführt haben, deren Menge stets zunehmen mufste, bis der gegenwärtig bestehende Salzgehalt erzeugt wurde, nachdem die Salztheile der Erde stets mehr weggespült worden sind, während blofs süfses Wasser durch Verdunstung aus den Meeren aufsteigt und als wässeriger Niederschlag in den Hydrometeoren zum Theil wieder auf das Festland herabfällt. So lange die Zeitdauer dieses stets wechselnden Processes unbestimmt bleibt, mufs man von einer Widerlegung dieser Hypothese abstehn, die jedoch auf keine Weise die Gründe angiebt, warum die grofsen, durch das Meer bedeckten Theile der Erdrinde, zusammt dem Wasser derselben, ursprünglich von Salzen entblöfst geblieben seyn sollten, die wir auf dem Festlande überall verbreitet finden. Ueberhaupt aber wurde diese ganze, in sich unnütze Untersuchung zunächst nur durch die Voraussetzung herbeigeführt, dafs das Salz der Meere erst erzeugt werde, statt dafs es entweder in seiner Verbindung oder in seinen Elementen bei der Bildung der Erde überhaupt ebenso gut ursprünglich vorhanden seyn mufste, als alle die übrigen Bestandtheile dieses Planeten. Jene falsche Ansicht ergiebt sich hauptsächlich aus den mit grofser Ausführlichkeit dargelegten Aeufserungen von de Maisonneuve[3], wonach die Bestandtheile des Seesalzes in den verschiedensten Körpern enthalten seyn sollen, jedoch können sie zu der eigenthümlichen Beschaffenheit nicht anders, als durch die stete Wellenbewegung gelangen, weswegen sich solche Salze weder in den Landseen, die stets ruhig sind, noch in den Flüssen, die sich blofs vorwärts bewegen, bilden können. Es würde überflüssig seyn, mehr Worte hierüber zu

1 Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen. Wien 1791. Th. I. S. 195.

2 Phil. Trans. No. 344.

3 Rozier Journ. 1778. T. XII. p. 392.

verlieren. Die Salze des Meeres gehören zu den ursprü
chen Gebilden unseres Erdballs und die Frage über ihre
stehung ist nach PARROT's richtiger Ansicht in das Gebie
Geologie zu verweisen. Dagegen giebt es überwiegende Gı
zu vermuthen, daſs die mächtigen *Steinsalzlager*, die in
schiedenen Gegenden häufig gefunden werden, Sediment
Meeres sind, wie denn auch jetzt noch eine unglaubliche M
Salz, namentlich in Frankreich, Spanien, Portugal, Italie
selbst in nördlichern Gegenden, dem Meere dadurch abge
nen wird, daſs man das Seewasser in geeigneten Gruben
dunsten läſst. An vielen Orten, z. B. in der Nähe der
Stadt, giebt es solche natürliche Salzpfannen.

30) Die im Meerwasser enthaltenen Kochsalze geben
selben den eigentlich salzigen, die Bittersalze einen b
Geschmack. Letzteren leiteten manche, namentlich Ma
von beigemischtem Bitumen her; allein obgleich viele E
führende Quellen sich in das Meer ergieſsen, so würd
doch der gesammten Wassermasse einen Geschmack zu
len nicht vermögen und die in der Tiefe angenommenen
kohlenlager sind auf jeden Fall nirgends nachgewiesen w
Viele im Seewasser vorhandene Reste zersetzter organische
per erzeugen auſserdem den eigenthümlichen Geruch des
und machen seinen Geschmack widerlich, so daſs es
trinkbar ist, was es ohnehin schon der bloſsen Salzigkei
gen kaum seyn würde. Wenn daher das mitgenommene u
beim Regnen in ausgebreiteten Matten aufgefangene Trin
ser den Seefahrern nicht genügt, so gewährt das See
ihnen zur Stillung des brennenden Durstes nur eine g
Linderung, wenn sie sich darin baden oder die damit
näſste Wäsche anziehn[1]. Man hat daher von den ä
Zeiten her Mittel gesucht, das Seewasser trinkbar zu m
Die Angabe des PLINIUS[2], daſs die Schiffer die Düns
Seewassers mit aufgehangenen und ausgespannten Felle
fingen, welche alsdann ausgedrückt süſses Wasser gäben
ruht ohne Zweifel auf miſsverstandenen Sagen, und das
fahren, welches er vorschlägt, hohle Gefäſse von Wa

1 Mösen's patriotische Phantasien. Th. II. S. 263.
2 Hist. Nat. XXXI. 6.

die Tiefe herabzusenken, die sich mit süſsem Wasser füllen sollen, ist gar nicht ausführbar.

Man hat überhaupt vier Mittel zum Reinigen des Seewassers vorgeschlagen, wovon aber nur eins zu dem Beabsichtigten Ziele führt. Vorzüglich glaubte man durch eine mehr oder minder künstliche Filtration den höchst wichtigen Zweck zu erreichen, dem schrecklichen Wassermangel auf weiten Seereisen zu begegnen. Hierauf führte hauptsächlich das falsche Vorurtheil, daſs das oft an sandigen Meeresküsten vorkommende süſse Wasser filtrirtes Seewasser sey, obgleich eine genauere Untersuchung seines Ursprungs dasselbe als eigentliches Quellwasser zeigt[1]. Schon LEIBNITZ[2] brachte dazu künstliche Filtrationen in Vorschlag, MARSIGLI glaubte die Reinigung durch ein 75 Fuſs hohes, mit Sand und Erde gefülltes Rohr bewerkstelligen zu können; was aber von einer Angabe des DELANDES[3] zu halten sey, daſs das Seewasser durch die Wände hohler Wachskugeln als süſses Wasser herdringe, weiſs ich nicht zu beurtheilen, doch ist sie vermuthlich aus der oben mitgetheilten Nachricht des PLINIUS ohne nähere Prüfung entnommen und keiner Beachtung werth. Läſst sich gleich mechanisch beigemengter Schmuz durch Filtriren vom Wasser trennen, so vermögen doch die lockern Substanzen der Filtren die aufgelösten Salze nicht auszuscheiden.

Ein zweites vorgeschlagenes Mittel der Reinigung ist das Faulen. Das aus Quellen und Flüssen von den Seefahrern in Fässern mitgenommene Wasser enthält stets eine geringe Quantität organischer Materie, welche in den ersten Tagen des ruhigen Liegens zersetzt wird, so daſs ein Theil als Gas entweicht, der Rest aber zu Boden fällt. Während dieses uneigentlichen Gährens schmeckt das Wasser faulig, klärt sich aber wieder, wie auch das in den Cisternen aufbewahrte, und erhält seinen milden Geschmack wieder. LEUTMANN glaubte auf gleiche Weise das Seewasser reinigen und durch wiederholtes Faulen dann trinkbar machen zu können, allein hierdurch werden bloſs die organischen Bestandtheile zersetzt, keines-

[1] Vergl. *Quellen*. Bd. VII. S. 1068.
[2] Acta Erud. Lips. 1682. p. 386.
[3] Rozier Introd. T. I. p. 252.

wegs aber die Salze ausgeschieden, und Hales[1] musste d das Seewasser nach dem Faulen noch viermal destilliren, es trinkbar zu machen.

Dafs das Meer-Eis aus süfsem Wasser bestehe, war sofern seit den ältesten Zeiten bekannt, als namentlich an holländischen Küsten solches Eis zum Bierbrauen genom wurde, allein Samuel Reyher[2] machte zuerst am Ende 17ten Jahrhunderts die Naturforscher hierauf aufmerksam veranlafste die vielen Untersuchungen, wodurch diese vo an das auffallende Phänomen zu erklären sich bemühten. genwärtig weifs man, dafs der Procefs des Gefrierens an eine Ausscheidung der Salze bewirkt und hierdurch also Seewasser trinkbar gemacht wird, hauptsächlich wenn das in den Zwischenräumen des Eises befindliche Wasser dem Schmelzen entfernt. Die Seefahrer in den Polarme können daher nie wegen Wassermangels in Verlegenheit k men, allein ein künstliches Gefrierenmachen des Seewasser Grofsen, welches neuerdings nach Art der Eisbildung mit Verdunstung[3] zu bewerkstelligen vorgeschlagen wurde, ist leicht begreiflichen Gründen unausführbar.

Das vierte und einzige ausführbare Mittel der Reini ist die Destillation, wobei nur das reine Wasser in D verwandelt aufsteigt und durch Niederschlagung abgeso erhalten wird. Früher glaubte man, es bedürfe hierbei k licher Mittel zur Entfernung der bitteren Bestandtheile. H ton[4] destillirte dasselbe daher über Potasche und wollte Destillat noch aufserdem durch eine Erde reinigen, List destillirte es über Seegras (*alga marina*), Appleby und W son[6] über Höllenstein, gebrannte Knochen und ätzendes Chapmann[7] über Seife und Asche. Nach allen diesen n losen Vorschlägen kam man endlich auf das richtige Ver zen zurück, das Seewasser durch einfache Destillation tr bar zu machen, und die Aufgabe war nur, eine hierzu

1 Edinb. Medical Essays. T. V.
2 Acta Erud. Lips. 1697. p. 398. Vergl. unten §. 50.
3 S. *Wärme; künstliche Kälte.*
4 Phil. Trans. N. 67.
5 Ebend. N. 156.
6 Ebend. T. XLVIII. P. I. p. 69.
7 Ebend. T. L. P. II. p. 635.

[illegible] und die hinlängliche **Menge liefernde Maschine zum** täglichen Gebrauche auf Schiffen **zu erfinden.** Eine solche brachte Gautier[1] schon 1717 **in Vorschlag, aber sie wurde** für ihren Zweck zu unbequem gefunden. Poissonnier[2] gab einen Apparat an, welcher aus einem länglichen, inwendig verzinnten, kupfernen Kessel bestand, an jedem Ende mit einem Helme versehn, worin sich die Dämpfe niederschlugen, die dann vermittelst der gewöhnlichen Kühlfässer abgekühlt werden sollten. Obgleich die Maschine nur zwei Mann zu ihrer Bedienung erforderte und täglich 4200 Kannen Wasser liefern sollte, war sie doch wegen ihrer Gröſse und des erforderlichen Brennmaterials nicht anwendbar. Zweckmäſsiger waren die Vorschläge des Jac. Lind[3], nach denen Dr. Irving[4] eine bekannte Maschine construirte, wofür er vom Parlamente eine Belohnung von 4000 Lstl. erhielt. An vier Tagen in der Woche erhalten die Matrosen kein Fleisch, und dann wird der eine groſse Kessel mit Seewasser gefüllt, um ihn gegen das Verbrennen zu schützen. In dem hölzernen Deckel desselben brachte Irving eine kupferne Röhre an, um die aufsteigenden Wasserdämpfe aufzufangen, leitete diese zu einer Vorlage durch ein Kühlfaſs, in welches ein Matrose stets frisches Wasser pumpen muſste. Auf Cook's Entdeckungsreise waren beide Schiffe mit einer solchen Vorrichtung versehn, wodurch jedesmal 120 Quart Wasser gewonnen wurden, welche jedoch für den Bedarf der Mannschaft keineswegs ausreichten, und Forster[5] behauptet, daſs kein Schiff so viel Brennmaterial mit sich führen könne, als für eine solche Vorrichtung erforderlich seyn würde, wenn man durch sie den gesammten Bedarf des nöthigen Trinkwassers erzeugen wollte. An diesem Hindernisse scheitern daher alle auch später gemachte Vorschläge zur Gewinnung des Wassers durch Destil-

---

1 Gallon Recueil des machines approuvées par l'Acad. T. III. p. 189.

2 Schlözer's Briefwechsel. Th. II. S. 67.

3 Essay on the diseases incident to Europeans in hot climates. App. p. 351. Versuch über die Krankheiten u. s. w. Aus d. Engl. übers. Leipz. 1773. 8.

4 Rozier Observat. T. II. p. 257. Phil. Trans. 1772.

5 Rozier Observat. T. XIV. p. 316.

lation[1]. Da aber gegenwärtig durch die Erweiterung der Tecl
bessere Methoden aufgefunden worden sind, um das W
in genügender Menge sicher aufzubewahren, und die Verv
kommnung der Nautik die Schiffe mehr gegen ein unerw
langwieriges Herumirren sichert, die Plätze zur Aufnahme
frischem Wasser aber beim Antritte jeder Reise vorher
stimmt sind, so hat damit das Bedürfniss einer Reinigung
Trinkbarmachung des Seewassers aufgehört, so wichtig
dringend zu seyn, als in frühern Zeiten[2].

F. Temperatur des Meeres.

31) Die Temperatur des Meeres ist den Graden der g
graphischen Breite im Allgemeinen umgekehrt proportio
aber weit weniger mit den Jahres- und Tageszeiten we
selnd, als die der Luft. Im Ganzen kommt sie der mitt
der jedesmaligen Orte ziemlich nahe. Unter der Linie err
das Meer bei Windstille etwa um 3 Uhr Nachmittags s
gröſste Wärme an der Oberfläche, gegen Sonnenaufgang s
gröſste Kälte, unterliegt gleichen Veränderungen, als die d
in Berührung befindliche Luftschicht, ist aber um einen
ringen Unterschied wärmer, als diese, weil die auffallen
Sonnenstrahlen aus dem Wasser mehr Wärme entbinden,
aus der Luft, wobei jedoch die statt findende Verdunst
die Erwärmung bedeutend vermindert[3]. Durch Winde

---

1 Vergl. Freycinet und Clement in Ann. de Chim. T. IV. p
Ann. des Mines T. III. p. 147. Wurzer in Buchner's Repert. für P
macie Th. XXXII. S. 1. Die Maschine, deren sich Freycinet bedi
zeichnete sich durch Bequemlichkeit und geringen Bedarf von B
material aus, s. Kotzebue's Reis. Th. II. S. 146., doch muſs ers
weitere Prüfung zeigen, inwiefern dieselbe mit Nutzen angew
werden kann.

2 Nach Perinet soll ein Zusatz von 1,5 fein pulverisirtem
ganoxyd auf 250 Theile Wasser gegen das Faulen schützen. Ann
Ph. T. XI. p. 110. Vortheilhaft sind auch die in England gebr
lichen Gefäſse aus Eisenblech, und auch das Verkohlen der in
Seite der eichenen Fässer, welches zuerst Lowitz, dann Berth
in Vorschlag gebracht und hiernach v. Krusenstern mit günst
Erfolge angewandt hat, s. G. XXIII. 354, dient zur bessern Erhal
von gutem Trinkwasser.

3 Vergl. v. Humboldt Reis. Th. I. S. 347.

Strömungen wird die Wärme sehr ungleich vertheilt, indem die Wassermassen von bedeutend verschiedenen Temperaturen nahe an einander grenzen und aus andern Gegenden herbeigeführt werden. Ueberhaupt hängt die Wärme des Meeres unter den verschiedenen Breiten in ungleichen Tiefen und in den verschiedenen Tags- und Jahreszeiten von so vielfachen Ursachen ab, die sich einander gegenseitig bedingen, daſs es nicht selten sehr schwierig ist, die sich scheinbar widersprechenden Resultate der Beobachtungen zu vereinigen. Hauptsächlich sind zu berücksichtigen zuerst die Durchsichtigkeit des Seewassers, in deren Folge ein groſser Theil der Sonnenstrahlen tiefer eindringt, und daher nicht in gleicher Stärke Wärme erzeugt, als dieses auf dem Festlande geschieht. Auf der andern Seite ist das Wasser ein schlechter Wärmeleiter; ungleich warme Massen können daher eine geraume Zeit neben einander bestehn, ohne daſs sich ihre Temperaturen ausgleichen, und die hieraus entstehende Ungleichheit würde noch viel gröſser seyn, wenn nicht vermöge der Flüssigkeit und steten Bewegung die Theile unausgesetzt durcheinander gemengt würden. Dieser Einfluſs wird dadurch bedeutend erhöht, daſs das kältere und dadurch specifisch schwerere Wasser nach statischen Gesetzen herabsinkt, dagegen das örtlich erwärmte emporsteigt. Endlich äuſsern nicht sowohl die in Folge der Winde und Wellen entstehenden Bewegungen, als vielmehr die Strömungen den bedeutendsten Einfluſs, in deren Folge groſse Wassermassen in der Tiefe von den Polargegenden der äquatorischen Zone zuflieſsen, während andere aus niederen Breiten den höhern zugeführt werden, die zahlreichen Meeresströme nicht gerechnet.

32) Wenn wir mit Rücksicht auf diese allgemeinen Bedingungen die Angaben der verschiedenen Beobachter prüfen, so ergiebt sich im Ganzen, daſs die Oberfläche des Meeres am Tage etwas wärmer ist, als in der Nacht. Allerdings scheint aus den Beobachtungen von Bayly, Forster, King, Phipps, Irving und selbst v. Humboldt hervorzugehn, daſs die Oberfläche des Meeres stets etwas kälter sey, als die begrenzende Luft, allein Parrot[1] bemerkt, daſs alle diese Seefahrer in der Regel bloſs am Tage beobachteten. Dagegen

1 Grundriſs der theor. Physik. Th. III. S. 360.

zeigen die von Peron[1] auf der Entdeckungsreise unter Ba
din vier Jahre hindurch um 6 Uhr Morgens und Abends, u
Mittag und Mitternacht zwischen 49° N. B. und 44° S. B. a
gestellten Beobachtungen mit der Theorie sehr übereinsti
mend, dafs um Mittag die See kälter ist als die Luft, u
Mitternacht aber in Folge der gröfsern Wärmemenge des Wa
sers wärmer, während Morgens und Abends beide Tempera
turen einander gleich kommen.

Zur Beantwortung der Frage über die mittlere Tempera
tur der Luft und der Meeresoberfläche geben die Beobachtun
gen von Gairdner[2], die sich weit über beide Hälften d
atlantischen Oceans und über den südlichen Theil der Süds
erstrecken, treffliche Materialien. Die mittlern Temperatu
ren an den Tagen, wo die angegebenen Grade der Breite un
Länge passirt wurden, waren folgende.

Atlantischer Ocean.

Breite	Länge W.	Temperatur See	Temperatur Luft	Breite	Länge W.	Temperatur See	Temperatur Luft
50° N.	4°	14°,8	14°,8	5° S.	27°	24°,8	25°,4
45 —	11	17,5	18,9	10 —	31	26,2	26,1
40 —	15	19,1	19,0	15 —	34	26,7	24,6
35 —	16	22,0	20,0	20 —	37	24,8	24,1
30 —	19	23,1	22,2	25 —	37	22,3	22,9
25 —	22	23,5	23,0	30 —	38	20,5	19,8
20 —	24	24,6	24,2	35 —	49	21,6	22,0
15 —	26	26,4	25,6	40 —	54	17,5	13,5
10 —	23	27,5	26,2	45 —	54	13,5	13,3
5 —	17	26,7	25,8	50 —	56	7,7	9,3
0 —	23	24,8	24,7	55 —	64	6,2	7,5
				58 —	67	5,1	5,5

Südsee.

Breite	Länge W.	Temperatur See	Temperatur Luft	Breite	Länge W.	Temperatur See	Temperatur Luft
55° S.	77°	6°,2	6°,0	25° S.	88°	24°,5	24°,2
50 —	78	10,4	9,8	20 —	94	23,9	24,1
45 —	85	13,4	13,7	15 —	98	24,7	24,6
40 —	86	15,6	15,8	10 —	103	25,3	25,7
35 —	88	20,8	18,3	5 —	107	26,3	26,8
30 —	87	23,0	22,0	0 —	114	25,9	26,4

1 Voyage T. I. p. 75. Vergl. G. XIX. 427.
2 Edinb. New philos. Journ. N. XXXII. 293.

Im Ganzen ist also auch nach den sehr entscheidenden Messungen von Lenz[1] das Meer in jenen niedrigen Breiten von 45° N. B. bis 33° S. B. etwas wärmer, als die Luft, weil die Sonnenstrahlen mehr Wärme im Wasser erregen und dieses dieselbe stärker zurückhält. Dazu kommt der Umstand, dafs die obern Wassertheilchen, sobald sie nach Sonnenuntergang zu erkalten beginnen, sogleich herabsinken und dafs die zunächst liegenden wärmern an ihre Stelle treten. Bei Tage ist die Luft einer dünnen Schicht unmittelbar über der Oberfläche des Wassers stets etwas wärmer, als die letztere, was wohl mit Recht für eine Folge der Verdunstung gehalten wird, welche gerade an dieser Grenze statt findet. Für ein Vorurtheil mufs man aber den seit den Zeiten des Aristoteles fortgepflanzten Glauben halten, dafs durch Stürme das Meer erwärmt werde. Den Erfahrungen nach sinkt die Temperatur der See durch den Wind, weil gleichzeitig die Verdampfung befördert und kälteres Wasser tieferer Schichten heraufgetrieben wird[2]. Unter niedern Breiten findet aufserdem nach v. Humboldt nur ein geringer Wechsel der Temperaturen bei Tage und bei Nacht statt, da selbst die Wärme der Luft sich nur um wenige Grade ändert, womit aufser Peron und John Davy auch Martius[3] übereinstimmt. In dieser Beziehung unterscheidet sich indefs die Temperatur des Meeres von der des Festlandes, insofern jene einen weit geringern Unterschied zwischen Tag und Nacht zeigt, als diese, und obgleich in der äquatorischen Zone eine weit geringere Abkühlung während der Nacht statt findet, als unter höhern Breiten, so ist sie doch auch dort so bedeutend, dafs dadurch der See- und Landwind bedingt wird, welcher bei Nacht von der abgekühlten Oberfläche des Landes dem wärmeren Meere zuweht, bei Tage aber die umgekehrte Richtung annimmt. Auf gleiche Weise kann in der heifsen Zone kein merklicher Unterschied der Jahreszeiten statt finden, die im Ganzen dort wegfallen, so dafs also das Meer unausgesetzt mit geringen Unterschieden stets dieselbe Temperatur beibehält, welche im Ganzen die mittlere des Breitengrades ist. Inzwischen ist die

1 Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VIme Sér. T. I. p. 322.
2 v. Humboldt in G. XIX. 430.
3 Spix und Martius Reise Th. I. S. 75.

höhere Temperatur der Luft als die des Wassers unter ge gen Breiten in der Südsee nach GAIRDNER's Messungen o Zweifel eine Folge der Jahreszeiten, denn jene Beobachtun fallen sämmtlich in den Februar und März.

33) Die gröſsere Beständigkeit der Temperatur des M res in den verschiedenen Tags- und Jahreszeiten, als wel auf dem Lande gefunden wird, erstreckt sich auch bis zu höchsten Breiten hinauf, jedoch tritt der Unterschied der J reszeiten stets merklicher hervor. Daſs zwischen der Wä des Meeres bei Tage und während der Nacht kein bedeut der Unterschied statt finden könne, folgt so unmittelbar dem Verhalten des Wassers, welches die Sonnenstrahlen th zurückwirft, theils bis zu gröſserer Tiefe eindringen läſst, s in der Regel in steter Bewegung befindet und auſserdem v gen seiner groſsen Wärmecapacität nicht schnell eine höh Temperatur annimmt, daſs dieser Umstand keine weitere örterung bedarf. Eine merkliche Aenderung der Lufttempe tur wirkt daher nicht augenblicklich, sondern erst bei lan rer Dauer auf die Wärme des Meeres, jedoch vermag e starke Kälte das ohnehin dem Gefrierpuncte nahe Seewa in wenigen Stunden mit einer Eisdecke zu überziehn. durch die Jahreszeiten bedingte Unterschied läſst sich inz schen nicht im Allgemeinen bezeichnen, weil die mitt Temperatur des Meeres, ebenso wie die des Landes, nicht n einem beständigen Gesetze überall den Graden der geogra schen Breite umgekehrt proportional ist; einige der am be beweisenden Angaben sind jedoch folgende.

Die gehaltreichsten Thatsachen hierüber hat AL. v. H BOLDT[1] theils aus eigenen Beobachtungen, theils aus de anderer Seefahrer zusammengestellt, wobei namentlich in ziehung auf die vorliegende Frage die Mittheilungen CHURRUCA[2], ABBÉ CHAPPE[3], PERRINS[4], QUEVEDO[5]

---

1 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 347.

2 DON COSME DE CHURRUCA Appendice del Viage al Magella 1793.

3 WILLIAMS Thermometrical Navigation. Philad. 1790.

4 Auf dem Schiffe Schelton während einer Reise von Lon nach Bombay im J. 1800.

5 Nicholson's Journ. 1804. p. 131. G. XIX. 447.

...ANN[1] benutzt sind. Die folgende Tabelle, worin Th. die Grade des hunderttheiligen Thermometers und L. die Grade der Länge bezeichnen, giebt eine Uebersicht dieses Verhaltens im atlantischen Meere.

Nördl. Br.	CHAPPE Jan. u. Feb. 1768	PERRINS März 1804	QUEVEDO Ap. u. Mai 1803	HUMBOLDT Jun. u. Jul. 1799	CHURRUCA Octob. 1788	RODMANN Oct. u. Nov. 1803
34°,5	- - - - - - - -	Th. 16°,0 L. 18° 20′	Th. 18°,8 L. 41° 11′	Th. 16°,3 L. 16° 55′	Th. 23°,4 L. 10° 37′	Th. 24°,3 L. 52° 40′
30	Th. 20°,7 L. 9° 30′	Th. 19°,3 L. 23° 15′	Th. 20°,7 L. 38° 40′	Th. 18°,4 L. 16° 50′	Th. 23°,8 L. 16°,4′	- - - - - - - -
26	Th. 23°,9 L. 18° 10′	Th. 20°,7 L. 26° 20′	Th. 21°,2 L. 39° 54′	Th. 20°,2 L. 19° 45′	- - - - - - - -	Th. 25°,0 L. 35° 20′
18	- - - - - - - -	Th. 22°,7 L. 28° 32′	Th. 23°,2 L. 41° 17′	Th. 22°,4 L. 32° 10′	Th. 26°,4 L. 22° 10′	Th. 26°,2 L. 29° 50′
10	- - - - - - - -	Th. 23°,8 L. 24° 30′	Th. 26°,2 L. 57° 7′	Th. 25°,8′ L. 65° 40′	Th. 28°,2 L. 22° 25′	Th. 28°,8 L. 26°,50′
5	- - - - - - - -	Th. 26°,5 L. 22° 33′	Th. 26°,5 L. 33° 10′	- - - - - - - -	Th. 28°,3 L. 22° 27′	Th. 28°,8 L. 25° 10′

...d gleich diese Werthe durch verschiedene Beobachter und ...zal mit andern Thermometern gefunden worden, so beweisen ...doch auffallend den mit den Breitengraden steigenden Einfluſs ...r Jahreszeiten, da ohnehin Messungen dieser Art sehr leicht,

---

1 Coke's Philadelphian medical Museum. T. I. p. 83.

und auch gemeine Thermometer in dem hierzu nöthigen U
fange selten bedeutend unrichtig sind.

V. HORNER[1] hat theils eigene, theils fremde Beoba
tungen zusammengestellt, aus denen ich die unter eine
Breite oder zu verschiedenen Jahreszeiten gemachten entn
me, woraus dann gleichfalls ein Einfluſs der letzteren h
vorgeht.

Atlantisches Meer.				Südsee.			
Breite	Monat	Temp.	Beobachter	Breite	Monat	Temp.	Beobacht
10° N.	März	24,62	PERRINS	23° N.	Juni	20°,9	HORNER
—	Aug.	22,75	KING	—	Nov.	23,4	HORNER
21 —	März	21,25	PERRINS	31 —	Febr.	22,0	KING
—	Aug.	24,00	BAYLY	—	Sept.	27,5	HORNER
26 —	März	20,90	PERRINS	32 —	Febr.	17,9	BAYLY
—	Juni	24,50	HORNER	—	Oct.	22,9	HORNER
30 —	März	19,00	HORNER	45 —	Febr.	9,0	BAYLY
—	Juni	23,10	PERRINS	—	Oct.	9,1	BAYLY
33 —	März	16,80	PERRINS	50 —	Apr.	8,0	BAYLY
—	Aug.	22,25	BAYLY	—	Oct.	6,5	HORNER
43 —	Febr.	11,25	PERRINS	58 —	Juli	9,25	KING
—	Aug.	22,00	BAYLY	—	Sept.	7,5	BAYLY
60 —	Juni	10,00	IRVING	23° S.	März	25,65	KING
—	Sept.	13,75	IRVING	—	Juli	21,88	BAYLY
25° S.	Apr.	24,50	PERRINS	39 —	März	17,25	BAYLY
—	Sept.	21,25	FORSTER	—	Apr.	15,62	HORNER
36	Apr.	19,00	PERRINS	43 —	Jan.	14,75	BAYLY
—	Oct.	14,00	KING	—	März	15,90	BAYLY

V. KOTZEBUE befand sich auf seiner Entdeckungsreise me
mals in verschiedenen Jahreszeiten unter gleichen Paralle
und aus den Messungen der ihn begleitenden Naturfor
lassen sich daher viele Bestimmungen entnehmen, aus de
der Einfluſs der Jahreszeiten und die mit der geographisc
Breite wachsende Zunahme dieser Einwirkung sichtbar her
geht. Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht, jed
ist dabei zu berücksichtigen, daſs die Parallele zwar in g
zen Graden gleich, in den Minuten aber bis auf 15 zuwei
verschieden sind, auch konnte ein anderer bedeutender Unt
schied nicht berücksichtigt werden, insofern manche Besti
mungen dem Anfange, andere der Mitte oder dem Ende

1 G. LXIII. 270.

schiedenen Monate zugehören. Die Werthe sind daher nur als genäherte zu betrachten.

Grade	Monat	Temp.	Grade	Monat	Temp.
20° N.B.	März	24°,5	40° N. B.	April	8°,3
	Septemb.	26,8		Septemb.	16,5
	Novemb.	24,6	42 — —	April	7,2
	Decemb.	25,2		Septemb.	16,5
22 — —	März	23,8	44 — —	April	5,2
	Nov.	22,8		Septemb.	15,0
24 — —	März	22,7	46 — —	April	4,75
	Sept.	25,0		August	13,25
	Novemb.	22,0		Septemb.	13,2
26 — —	März	21,7	48 — —	April	3,0
	Sept.	25,2		August	12,2
	Novemb.	21,3		Septemb.	11,5
28 — —	Septemb.	25,8	50 — —	April	3,3
	Novemb.	20,5		August	10,2
30 — —	März	16,1		Septemb.	10,5
	Septemb.	24,4	52 — —	April	3,5
32 — —	März	16,9		Juli	6,0
	Septemb.	23,2		August	10,0
	Novemb.	18,7		Septemb.	10,5
34 — —	April	14,0	54 — —	Juli	10,0
	Septemb.	22,7		Septemb.	8,0
36 — —	April	14,5	58 — —	Juli	7,1
	Septemb.	23,0		Septemb.	5,6
38 — —	April	14,5	62 — —	Juli	6,7
	Octob.	15,5		August	4,0

24) Eine den zunehmenden Polhöhen proportionale Abnahme der Temperatur der Oberfläche des Meers folgt schon aus dem oben bereits erwähnten Gesetze, wonach jene Wärme der mittleren der jedesmaligen Orte sehr nahe gleich ist. Es geben die Beobachtungen jener Temperatur eine aufserordentliche Menge, allein sie können nicht ohne Weiteres einzeln aufgenommen werden, weil aus den so eben angestellten Untersuchungen folgt, dafs die verschiedenen Jahreszeiten einen bedeutenden Einflufs ausüben. Um daher zu einem genauen mittleren Resultate zu gelangen, müfsten eigentlich hinlänglich anhaltende tägliche Beobachtungen während eines oder mehrerer Jahre auf gleiche Weise vereinigt werden, als dieses für die Lufttemperatur auf dem Lande zu geschehn pflegt; allein solche sind nicht zu erhalten, weil kein Schiff auf der See

seinen Platz anhaltend behauptet. Dagegen ist allerding
Temperatur der See weit weniger wechselnd, ungleich
ständiger, und es reicht daher eine weit geringere Menge
zelner Beobachtungen aus, um einen mittlern Werth zu
halten, als dieses am Lande der Fall ist. Dessenungeachtet
man nicht weiter als zu einem genäherten Resultate gela
für welches in der nachfolgenden Uebersicht die Mittel
den zu Gebote stehenden einzelnen Messungen vereinigt
Für das Meer auf gleiche Weise isothermische Linien a
suchen, als dieses für den Continent geschehn ist, hat
noch nicht mit genügendem Erfolge versucht, auch würde
ses ohne Zweifel zu gar keinem oder zu einem nur unbe
tenden Resultate führen, weil die Beweglichkeit des M
und der Einfluſs der beständigen und der wechselnden St
ein stetes örtliches Verhalten hindern.

V. Humboldt[1] zeigt, daſs die mittlere Temperatur
Meeresoberfläche die der Luft etwas übertreffe. Dabei
sich zuerst, welches das Maximum der Wärme sey un
dasselbe gefunden werde. Die verschiedenen hierüber
handenen Beobachtungen weichen nur wenig von einand
Churruca fand im October 1788 dasselbe unter 6° N
= 28°,7; Lamarche[2] um die nämliche Zeit unter 9
N. B. = 28°,6; John Davy ungefähr unter 2° 30′ I
= 27°,8; Aberchrombie[3] unter 8° 55′ N. B. = 28°,6;
kins im April 1804 unter 0° 15′ N. B. = 28°,2; Rod
gleichfalls im October unter 6° N. B. = 28°,8; Queved
März 1803 unter 2° 2′ S. B. = 28°,6; v. Humbold
März 1803 unter 2° 27′ N. B. = 29°,3; Kotzebue a
und wiederum am 14. Februar 1818 unter 4° 21′ und
6° 7′ S. B. = 29°,12; v. Horner im Mai 1805 unter
B. = 29°,4. Die Zahl der Beobachtungen lieſse sich l
noch vermehren, inzwischen würde man doch zu keinem
dern Resultate gelangen, als welches bereits durch v. H
boldt aufgefunden worden ist, nämlich daſs die versch
nen Angaben um nicht mehr als etwa 1° C. von einande
weichen, das Maximum also sehr nahe auf 29° C. gesetzt
den kann und demnach etwas höher ist, als das mittlere

1 Reisen. Th. I. S. 352.
2 Ann. Ch. Phys. T. V. Daraus in G. LXVI. 153.
3 Phil. Trans. 1778. p. 389.

ist, dafs aber die Anomalieen, wonach das Maximum unter gleichen Breiten gefunden wurde, wahrscheinlich als eine Folge von Strömungen zu betrachten sind und also die Linie der gröfsten Wärme des Seewassers den Aequator unter einem nach dem Stande der Sonne veränderlichen Winkel schneidet.

35) Ungeachtet der grofsen Beständigkeit der Temperatur des Meeres, in Vergleichung mit der des Continentes, ist doch der Einflufs der Jahreszeiten, hauptsächlich unter höhern Breiten, so grofs, dafs einzelne Messungen auffallende Sprünge und Abweichungen von einer nach den Polen hin statt findenden regelmäfsigen Abnahme der Wärme zeigen müssen. Die hieraus entspringenden Unrichtigkeiten lassen sich um so vollständiger beseitigen, je gröfser die Zahl der vereinten Beobachtungen ist, und da es für niedere und mittlere Breiten eine hinlängliche Menge derselben giebt, so kennt man hierfür die mittlere Wärme der Meeresoberfläche mit ziemlicher Genauigkeit. Ungleich schwieriger dagegen ist die Aufgabe für die höhern Breiten, wo die Schifffahrt nicht so häufig und meistens nur auf den Sommer beschränkt ist[1], wo aufserdem aber die Strömungen einen so grofsen Einflufs haben und endlich die Anwesenheit von schmelzendem Polareise genaue Messungen fast unmöglich macht. Für die höhern Breitengrade ist daher auf hinlängliche Genauigkeit nicht mehr zu rechnen, auf der nördlichen Erdhälfte zwar mehr, als auf der südlichen, wie auch schon aus der höchst ungleichen Menge der für beide vorhandenen Messungen hervorgeht, und die Bestimmungen hören überhaupt an der Grenze des Polareises und zwischen den Eismassen auf, wo die Temperatur meistens dem Gefrierpuncte des süfsen Wassers sehr nahe ist. In der nachfolgenden Tabelle sind die aus den verschiedenen mir bekannt gewordenen Reisebeschreibungen entnommenen Messungen zum arithmetischen Mittel vereint, und die in der dritten Columne enthaltene Ziffer bestimmt die Zahl der einzelnen Beobachtungen, die zu der gegebenen Bestimmung verbunden wurden; auch schien es mir der Kürze wegen genügend, von zwei zu zwei Graden fortzuschreiten, mit Weglassung derjenigen Breitengrade der südlichen Halbkugel, für welche ich keine Messungen aufgefunden habe.

1 Alle Bestimmungen von SCORESBY in: An Account of the arctic Regions. T. I. p. 182. fallen zwischen März und Juli.

Nördliche Halbkugel.			Südliche Halbkugel.		
Grade d. Br.	Temp.	Zahl d. Beob.	Grade d. Br.	Temp.	Zahl d. Beob.
0° und 1°	27°,00	14	0° und 1°	27,34	10
2 — 3	26,91	12	2 — 3	26,25	5
4 — 5	27,41	13	4 — 5	26,34	10
6 — 7	27,26	4	6 — 7	26,52	8
8 — 9	27,68	41	8 — 9	26,25	6
10 — 11	27,49	26	10 — 11	26,07	6
12 — 13	26,86	27	12 — 13	25,12	7
14 — 15	25,74	19	14 — 15	24,18	6
16 — 17	24,88	18	16 — 17	25,41	5
18 — 19	24,48	32	18 — 19	24,75	7
20 — 21	24,14	27	20 — 21	24,13	8
22 — 23	23,51	17	22 — 23	24,12	9
24 — 25	22,52	13	24 — 25	23,17	7
26 — 27	22,42	24	26 — 27	23,66	4
28 — 29	21,84	17	28 — 29	22,88	7
30 — 31	21,49	23	30 — 31	22,24	9
32 — 33	20,23	15	32 — 33	21,63	10
34 — 35	19,67	19	34 — 35	17,33	8
36 — 37	18,27	12	36 — 37	17,14	7
38 — 39	16,64	13	38 — 39	15,78	3
40 — 41	15,00	13	40 — 41	21,20	1
42 — 43	14,84	12	42 — 43	15,30	2
44 — 45	12,35	13	44 — 45	15,60	2
46 — 47	11,25	8	46 — 47	— —	—
48 — 49	10,77	7	48 — 49	9,10	3
50 — 51	8,31	8	50 — 51	9,19	2
52 — 53	7,33	18	52 — 53	11,50	2
54 — 55	9,06	19	54 — 55	6,69	2
56 — 57	7,11	14	56 — 57	6,80	4
58 — 59	6,66	13	58 — 59	4,72	3
60 — 61	6,88	20	60 — 61	— —	—
62 — 63	6,13	10	62 — 63	— —	—
64 — 65	6,91	8	64 — 65	2,80	1
66 — 67	7,21	2			
68 — 69	4,66	4			
70 — 71	4,24	10			
72 — 73	1,67	6			
74 — 75	1,35	7			
76 — 77	-0,29	13			
78 — 79	-0,58	13			
80 — 81	-1,30	2			

Die hier mitgetheilte Zusammenstellung der mittleren Temperaturen der Meeresoberfläche kann nur eine allgemeine Uebersicht gewähren, ohne das Gesetz der Wärmeabnahme, wie es durch die Zunahme der geographischen Breite bedingt wird, genau auszudrücken. Am wenigsten läfst sich dieses für die höhern Breiten und namentlich auf der südlichen Halbkugel erwarten, wo die zu Entdeckungsreisen bestimmten Schiffe sich meistens nur in den wärmern Jahreszeiten aufzuhalten pflegen; auch gehören die meisten Bestimmungen unter höhern Breiten auf der nördlichen Halbkugel dem atlantischen Oceane zu und fallen fast sämmtlich in die Sommermonate. Inzwischen lassen sich doch einige wahrscheinlich richtige Resultate daraus entnehmen. Zuerst fällt das Maximum der Temperatur nicht unter den Aequator, sondern zwischen 8 und 9 Grad der nördlichen Breite, was mit den Beobachtungen, die sich auf die westliche Meeresströmung in dieser Gegend beziehn, sehr gut übereinstimmt und aus dem Einflusse der über ausgedehnte Sandwüsten wehenden Ostwinde leicht erklärlich wird. Wenn aber die geringe Zunahme der Temperatur vom Aequator an bis zu 1 Grad südlicher Breite als wirklich existirend anzunehmen ist, so liegt die Ursache hiervon vielleicht darin, dafs namentlich im atlantischen Ocean an der africanischen Küste die dem Weststrome von der südlichen Hemisphäre her zugeführten kälteren Wassermassen etwas über den Aequator hinaus getrieben werden. Ferner hat A. v. Humboldt[1] aus seinen eigenen und aus fremden Beobachtungen gefolgert, das Meer der südlichen Hemisphäre sey nicht kälter, als das der nördlichen, vielmehr scheine es unter niederen Breiten wärmer zu seyn. Allerdings führen viele Beobachtungen zu diesem Resultate, wenn man aber mehrere vereinigt, so kommt das naturgemäfsere heraus, welches die Tabelle angiebt, nämlich ein geringes Uebergewicht der Temperatur auf der nördlichen Halbkugel. Dieses reicht nach den mitgetheilten Angaben jedoch nur bis zum 16ten Grade S. B., von wo an bis zum 32sten Grade der Breite südlich vom Aequator ein Uebergewicht der Wärme zum Vorschein kommt, wahrscheinlich aber ist dieses nur eine Folge minder zahlreicher, meistens in die heifsen Monate fallender Beobachtungen. Endlich schreitet

1 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 361.

die Abnahme der Temperatur auf der nördlichen Halbku
bis zum 54. Breitengrade so fort, wie man es aus theore
schen Gründen erwarten muſs, die plötzliche Wärmezunah
aber, welche dann eintritt, ist ohne Zweifel eine Folge d
Einflusses, welchen das wärmere Wasser südlicher Strömu
gen erzeugt, wie sich sehr augenfällig aus der Tempera
unter den correspondirenden Graden der südlichen Hemisph
ergiebt.

36) Auf die Temperatur eingeschlossener Meere hab
die umgebenden Länder einen gröſseren Einfluſs, als die
bei den groſsen Oceanen der Fall seyn kann, insbesond
wenn der Umfang jener nicht sehr groſs ist. Die Messung
Marsigli's[1] im mittelländischen Meere sind indeſs zu a
als daſs die von ihm gebrauchten Thermometer Vertrauen ve
dienten, und ebendieses läſst sich von den wenigen Angab
sagen, welche Hellant[2] über die Ostsee mitgetheilt h
Dennoch unterliegt der aufgestellte Satz, daſs die Temperat
hauptsächlich die Sommertemperatur, eingeschlossener Mee
höher sey, als die des Oceans unter gleichen Breiten, keine
Zweifel. Am entscheidendsten hierfür sind die Resultate, we
che Gautier im mittelländischen Meere erhielt, wo er a
3. Aug. 1819 und am 24. Juni 1820 die Oberfläche unt
38° 46′ und 39° 12′ N. B. zwischen 29° und 29°,5 C. fan
also 3° wärmer als die mittlere Temperatur des antillisch
Meeres und nur 1° weniger, als die Temperatur des Ocea
mit guten Thermometern jemals unter dem Aequator na
v. Humboldt[3] gefunden wurde. Die mittlere Temperat
der Ostsee im Sommer wird zwischen 15° bis 17°,5 C. ang
geben, während man dann bei Kopenhagen 22° bis 23°,7, a
Kattegat dagegen unter Einwirkung des von der Nordsee ei
dringenden Wassers kaum 16°,2 beobachtet[4]. Die Ursac
hiervon liegt darin, daſs das mehr abgeschlossene Wasser so
cher Binnenmeere durch den Einfluſs der äuſsern höhern Te
peratur schneller erwärmt wird, wie dieses augenfällig aus de

1 Histoire physique de la Mer. Amst. 1725.

2 Schwed. Abhandl. Th. XV. S. 320.

3 Aus dessen Relat. hist. Chap. XXVIII. p. 498. in Poggendo
Ann. XXXIII. 226.

4 Berghaus Annalen Th. IV. S. 142.

essanten Beobachtungen hervorgeht, welche A. v. Hum-
mer[1] im Sommer 1834 hierüber anstellte. Dieser fand am
.. Aug. die Wärme der Oberfläche der Ostsee bei Swine-
münde = 23°,2 C.; gegenüber Treptow = 20°,3; östlich der
Landzunge von Hela = 22°,2 und am frischen Haf noch
..°,8. Das gleichzeitig beobachtete plötzliche Sinken des
Thermometers auf 12° bis 11°,2 C. am Vorgebirge zwischen
Leba und Rixhofter im Meridiane der Insel Gotland wagt die-
ser scharfsinnige Naturforscher selbst nicht zu erklären und
daher verdient dieses unerwartete Phänomen zuvor noch durch
weitere Untersuchungen genauer ausgemittelt zu werden.

37) Der interessanteste Theil der gesammten Untersuchungen über die Temperatur des Meeres bezieht sich auf den Einfluß, welchen die Tiefe darauf äufsert. In frühern Zeiten legte man dieser Frage eine noch gröfsere Wichtigkeit bei, als sie wirklich hat, insofern man dadurch zur Entscheidung einer andern zu gelangen wähnte, nämlich ob eine gröfsere Wärme in den Tiefen des Meeres die Hypothese von einem Centralfeuer bestätige, oder die stets zunehmende Kälte die entgegengesetzte Meinung unterstütze, wonach das Innere der Erde in ewiger Erstarrung durch Kälte liegen sollte, wie Péron[2] zuerst aus seinen Versuchen folgern zu müssen glaubte. Gegenwärtig hat man sich genügend überzeugt, dafs die genaueste Kenntnifs der Temperatur des Meeres bis auf die gröfsten Tiefen hinab hierüber auf keine Weise zu entscheiden vermöge, indem der Boden dieser Wassersammlungen seit Jahrtausenden in einen bleibenden Zustand versetzt worden ist, worin nur durch die Temperatur des Meeres selbst einigem Wechsel bis auf geringe Tiefen unterliegt.

Um die Temperatur des Seewassers von der Oberfläche zu messen, bedient man sich gewöhnlicher Thermometer, schöpft dann in einem grofsen Eimer das Wasser, senkt das Thermometer sogleich hinein und liest den Stand desselben ab. Da die Temperatur in der Regel von derjenigen, die auf dem Verdecke herrscht, nicht sehr abweicht und aufserdem eine grofse Wassermasse ihre Wärme durch den blofsen Ein-

---

1 Poggendorff's Ann. XXXIII. 224.
2 Voyage T. II. p. 327.

flufs der umgebenden Luft nicht schnell ändert, so gew
dieses Verfahren genügende Genauigkeit. Soll aber die T
peratur in gröfseren Tiefen ausgemittelt werden, so sind
dere Vorrichtungen erforderlich. Früher bedienten sich
Seefahrer meistens der oben (§. 17.) beschriebenen Instrum
zum Heraufholen des Seewassers aus ungleichen Tiefen,
im Wesentlichen stets nach der Angabe von HALES mit
Abänderungen und oft vermeintlichen Verbesserungen
MALLET, MARSIGLI, MICHELI, CAVENDISH, PICTET, S.
SURE, IRVINE, MOROZZO, FORSTER u. a. construirt wa
In der Axe des Cylinders befand sich dann ein Thermom
dessen Kugel bis etwa in die Mitte des Cylinders he
reichte und mit dem in beliebiger Tiefe geschöpften W
während des Heraufziehens in Berührung blieb, um die T
peratur desselben anzunehmen, die dann nach dem mögl
schnell bewerkstelligten Heraufziehn abgelesen wurde.
Recht bemerkt v. HORNER[2] hiergegen, dafs es sehr schw
sey, unter diesen Bedingungen genau schliefsende Ventile
erhalten, und unmöglich, einen so schweren Körper
Unterbrechung und Stillstand aus einer Tiefe von meh
hundert Faden heraufzuziehn, nicht zu gedenken, dafs w
rend der hierzu mindestens erforderlichen 5 bis 10 Min
selbst das eingeschlossene Wasser seine Temperatur etwas
dern müsse. Nicht minder unsicher ist eine andere Vorricht
deren sich verschiedene Seefahrer, namentlich unter andern
PERON[3], bedient haben. Sie senkten ein in einen Behälter
geschlossenes, mit schlechten Wärmeleitern, als Glas, Kol
Holz, Fett, getherter Leinwand u. s. w. umgebenes Ther
meter bis zu der zu untersuchenden Tiefe herab, liefse
dort so lange, bis sie glaubten, dafs es die daselbst h
schende Temperatur angenommen habe, und zogen es
möglichst schnell herauf, in der Voraussetzung, dafs es w
rend dieser Zeit seine Wärme nicht ändern solle. Diese
thode ist auf jeden Fall sehr mühsam und kann schon k
absolute Genauigkeit geben, denn je weniger die umgeben

---

1 G. XIX. 430.

2 G. LXIII. 266.

3 Annales du Muséum d'histoire naturelle T. V. p. 123 ff. I
aus in J. d. Ph. T. LIX. p. 361. und G. XIX. 431.

…er die Wärme durchlassen, um so längere Zeit wird erfordert, bis das Thermometer die Temperatur der Umgebung annimmt, die Erleichterung der Wärmeleitung hat aber zur Folge, dafs beim Heraufziehn das Thermometer seinen angenommenen Stand ändert. Ungleich zweckmäfsiger sind daher die selbstregistrirenden Thermometer oder sogenannten Thermometrographen, deren sich, wie es scheint, zuerst v. Horner bei der Expedition unter von Krusenstern bediente. Seitdem sind diese allgemein in Gebrauch gekommen[1], und zwar vorzugsweise oder ausschliefslich das nach seinem Erfinder genannte *Six-Thermometer*, welches zwar keineswegs die Temperatur aller bis zu einer gewissen Tiefe durchlaufenen Schichten, sondern nur ein Maximum und ein Minimum angiebt, bei zweckmäfsigem Gebrauche aber sehr geeignet ist, um die Frage über das Verhältnifs der Temperatur zur Tiefe zu entscheiden, da in der Regel keine wechselnden Schichten getroffen werden, sondern eine regelmäfsige Abnahme der Wärme statt findet und das Vorhandenseyn einer einzelnen wärmeren oder kälteren Schicht sich ohne bedeutende Schwierigkeiten eben durch dieses Thermometer ermitteln läfst. Inzwischen macht Lenz[2] dem Six-Thermometer den allerdings nicht wohl zu verkennenden Vorwurf, dafs die elastischen Haare, wodurch die Stahlstiftchen in der Röhre festliegen sollen, leicht ihre Elasticität, mindestens zum Theil, verlieren und die Stifte dann durch die Erschütterung beim Heraufziehn oder Herablassen des Instrumentes aus ihrer Stelle gerückt werden. Hiergegen läfst sich zwar einwenden, dafs die Elasticität der Haare, die stets im Weingeist liegen, leicht stark genug bleibt, um so kleine Stahlstäbchen, die noch obendrein durch die Adhäsion des Weingeistes unbeweglicher sind, an ihrem Orte zurückzuhalten, da die Erschütterung, namentlich in horizontaler Richtung, als welche zunächst ein Verrücken der Stäbchen zur Folge haben würde, wegen des anhängenden schweren Bleigewichts nicht so bedeutend seyn kann. Dennoch aber kehrte Lenz wieder zum Gebrauche des nach Hales construirten, durch Parrot wesentlich verbesserten Apparates zurück und auch die englischen Seefahrer der neuesten Zeit bedienten sich neben dem

1 Ueber ihre Einrichtung s. *Thermometer, selbstregistrirende.*
2 Mém. de Petersbourg. VI. Sér. T. I. p. 237.

Registerthermometer ähnlicher Instrumente, so daſs also
Six-Thermometer in der Ausübung dasjenige nicht zu lei
scheint, was es theoretisch verspricht.

Im Allgemeinen nimmt die Temperatur des Meeres
der Tiefe ab, so daſs sie an verschiedenen Stellen sogar u
0° C. herabsinkt, ohne daſs man jedoch irgendwo den Meere
den gefroren gefunden hat. V. Horner hält dieses für
Folge des Salzgehaltes, und auf jeden Fall läſst sich k
Ausscheidung von Wärme durch den starken Druck
Wassers in so bedeutenden Tiefen annehmen, indem die
sammendrückbarkeit des Wassers so unbedeutend ist und
Versuchen nach keine meſsbare Wärme auch durch die stä
ste Compression ausgeschieden wird. Der hauptsächlich
Grund, weswegen auf dem Meeresboden keine Eisbildung s
finden kann, liegt wohl ohne Zweifel darin, daſs die Erk
tung des Seewassers nicht von der Erde ausgeht, sondern
der Luft, das Meer also von oben herab gefrieren müſ
was in den bekannten Meeren unmöglich ist; zudem müſ
sich das am Boden gebildete Eis, wenn es zu groſsen M
sen anwüchse, durch sein geringeres specifisches Gewicht l
reiſsen und emporkommen, abgerechnet daſs zum Gefrie
unter so bedeutendem Drucke wegen der Ausdehnung des
ses eine Kälte erforderlich seyn würde, die sich in der Ti
nicht wohl finden kann. Ob übrigens unter ganz hohen Br
ten nahe an den Polen selbst das Meer bis auf den Gru
gefroren ist, liegt auſser der Erfahrung, wird aber dadu
unwahrscheinlich, daſs man dem einen eigentlichen Kältep
sehr nahe gewesen ist, wo jedoch ein solches gänzliches
starrtseyn des Meeres nicht statt fand. Vielleicht theilt
Erde dem sie berührenden kalten Wasser Wärme mit[1],
wiſs aber ist, daſs namentlich unter höhern Breiten das
kaltete Wasser von der Oberfläche durch sein gröſseres spe
fisches Gewicht, welches durch die Aufnahme des beim G
frieren eines Theiles ausgeschiedenen Salzes noch verme
wird, in die Tiefe herabsinkt.

38) Versuche über die mit der Tiefe zunehmende Te
peraturverminderung sind an vielen Orten unter ungleichen Br
tengraden und ziemlich zu allen Jahreszeiten angestellt word

1 Journ. de Phys. T. LXII. p. 443.

...ungen von Phipps, Irving, Bayly und Forster verdienen weniger Vertrauen, weil diese Seefahrer sich sämmtlich bloss des von Hales für diesen Zweck angegebenen Apparates bedienten. Mit diesem, dem sogenannten *Bucket-Sea-Gage*, mass Capt. Henry Ellis[1] unter 15° 13′ N. B. und 25° 12′ W. L. von Greenw. die Temperatur in Tiefen von ... bis 5346 Fuss und fand die Wärme anfangs mit der Tiefe unregelmässig abnehmend, dann aber stationär, und v. Horner ist nicht abgeneigt, gleichfalls eine bestimmte Grenze im Meere anzunehmen, von wo aus seine Wärme sich nicht weiter ändert; allein ein solches allgemeines Gesetz lässt sich nicht füglich aufstellen, und es bleibt nur gewiss, dass die Grösse der Veränderung mit der Tiefe abnimmt und an einigen Stellen allerdings stationär wird. In 3900 Fuss Tiefe fand Ellis die Temperatur 11°,67 C. und diese blieb constant bis zu der grössten erreichten Tiefe von 5346 Fuss, wobei 23 Minuten erfordert wurden, bis das Instrument die Oberfläche erreichte. Während einer gleichen Zeit, wenn es auf dem Verdecke in diesem Gefässe stand, wurde es nur ...° C. wärmer, so dass hiernach die Temperatur der Tiefe mit ziemlicher Genauigkeit gefunden werden konnte. Gleichzeitig war die Wärme der Luft und der Oberfläche des Wassers = 28°,89 C. Nachdem das Wasser aus der Tiefe die Temperatur des an der Oberfläche geschöpften angenommen hatte, wurden gleiche Quantitäten nach einander in der nämlichen Flasche gewogen, und es zeigte sich das erstere schwerer, wonach also der Salzgehalt des Meerwassers mit der Tiefe zunehmen müsste, was jedoch durch neuere Messungen von ... widerlegt worden ist. Peron hat mit grosser Sorgfalt gemessen, v. Horner's Messungen gehören zu den genauesten, und überhaupt sind diese und alle späteren so viel zuverlässiger, weil die Thermometrographen eine weit geringere Fehlergrenze zulassen. Bei weitem die wichtigsten Versuche sind ... diejenigen, welche Lenz[2] auf der Entdeckungsreise des Capitain von Kotzebue mit dem oben beschriebenen Bathometer anstellte; nur ist ihre Zahl leider nicht so gross, als

1 Philos. Trans. 1751. T. XLVII. p. 213.

2 Mém. de l'Acad. Imp. de Petersbourg. VI. Sér. T. I. p. 251. Poggendorff Ann. XCVI. 73.

man bei ihrer Vortrefflichkeit wünschen muſs. Es wurd
bei zuerst das Thermometer genau geprüft, und für das
absolut cylindrische Caliber der Röhre corrigirt die Re
des Seiles voraus erforscht, ferner blieb der Winkel, we
das Seil mit der verticalen Richtung bildete, nicht unbe
sichtigt, und endlich wurde auch eine Correction für die
rend des Heraufziehns von auſsen eindringende Wärme
einer Formel angebracht, deren durch Versuche ausgem
Elemente die Zeitdauer und der Unterschied der Tempe
ren sind. Capitain Ross bediente sich auf seiner E
ckungsreise in die Baffinsbay auſser dem Registerthermo
noch eines eigenthümlichen Verfahrens zur Auffindung
Temperatur des Meeresbodens, und seine Versuche haben
gleich die Ueberzeugung herbeigeführt, daſs selbst in j
stets mit Eis erfüllten Bay der Grund des Meeres nicht
froren ist. Unter den ihm mitgegebenen Instrumenten be
sich auch eine Zange, welche, in das Meer herabgela
beim Aufstoſsen auf den Grund durch ein herabfallendes
wicht sich schlieſsen, zugleich einen Theil des Bodens fa
und beim Heraufziehn festhalten sollte, um die Beschaffen
desselben zu untersuchen. Der Apparat entsprach diesem Z
cke nicht, jedoch lieſs Ross ihn durch seinen Schiffssch
so abändern, daſs er vollkommen brauchbar wurde, un
dieser Gestalt ist er nebst andern von ihm in einer eigenen
handlung[1] beschrieben worden. Beim Gebrauche dessel
ergab sich, daſs der heraufgezogene Schlamm nach ein
absichtlich angestellten Vergleichungen mit dem Registert
mometer seine Temperatur während des Heraufziehns n
merklich änderte, nur muſste man sich dabei starker Seile
2,5 Zoll Umfang bedienen, wie sie beim Wallfischfange
braucht werden, und das Heraufziehn muſste rasch gesch
In diesen heraufgezogenen Schlamm oder Sand des Mee
bodens wurde dann sofort ein Thermometer getaucht und
diese Weise die Temperatur desselben ermittelt. Die Re
tate auch dieser Messungen sind in der folgenden Uebers
mit aufgenommen, und obgleich rücksichtlich der in der
gel mit der Tiefe abnehmenden Temperatur nicht auf glei

1 A Description of the Deep Sea Clamms, Hydrophorus
marine artificial Horizon, invented by Capt. J. Ross. Lond. 1819.

Weise, als für die der Oberfläche, die Grade der Breite als Hauptbedingung zu betrachten sind, aufserdem aber örtliche ...ungen in der Tiefe oft sehr bedeutend einwirken, so schien es mir doch am zweckmäfsigsten, bei der Zusammenstellung der durch die verschiedenen Beobachter erhaltenen Resultate die Polhöhen als die Reihenfolge bedingend anzunehmen. Es giebt übrigens auch der Beobachtungen über die mit der Tiefe abnehmende Temperatur eine solche Menge, dafs es nicht nöthig schien, sie alle aufzunehmen, jedoch enthält die nachfolgende Zusammenstellung eine genügende Zahl derselben, so dafs es nicht schwer fällt, die in dieser Beziehung statt findenden Gesetze aus ihnen abzuleiten. Bei einigen nahe zusammenfallenden Resultaten schien mir das arithmetische Mittel am geeignetsten. Endlich sind die Be...ungen der in den einzelnen Columnen enthaltenen Angaben an sich klar, und es wird daher genügen zu bemerken, dafs die Längen sich auf den Meridian von Greenwich beziehn, die Temperaturgrade der Centesimalscale angehören, die Tiefe aber in Faden zu 6 englischen Fufs angegeben worden ist.

Nördliche Halbkugel.

Breite	Länge	Monat	Temp. d.Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beoba
0°	20° W.	Mai	25°,5	56	15°,0	Kotz
0,5	21 —	—	28,5	69	14,4	-
1	177 —	—	28,0	300	12,8	-
2	21 —	—	28,1	78	14,0	-
2,5	21 —	—	29,0	80	14,6	-
3	21 —	—	28,8	80	14,8	-
3,5	22 —	—	28,3	77	15,0	-
4	23 —	—	28	80	15,1	-
4,5	24 —	—	28	78	14,3	-
5	26 —	—	28,1	79	13,5	-
6	27,5 —	—	27,1	69	13,3	-
7	28,5 —	—	26,8	61	14,4	-
7,3	21,9 —	Oct.	25,8	574	2,2	Lenz
8	156 O.	Nov.	30,5	100	13,4	Kotz
9	29 W.	Mai	26,2	72	14,5	-
9,3	155 O.	Nov.	29,0	25	25	-
				100	19,5	-
10	154 —	—	28,9	73	14,0	-
11	151 —	—	28,8	82	13,5	-
11,5	31 W.	Mai	26,0	65	15,2	-
12	149 O.	Nov.	28,4	78	19,4	-
13	32 W.	Mai	24,6	65	14,5	-
13,5	120 O.	Dec.	27,8	93	16,3	-
16	33 W.	Mai	24,6	64	18,5	-
16,5	141 O.	Dec.	28,1	90	20,4	-
17	140 —	Dec.	27,3	76	21,2	-
18	34 W.	Mai	26,0	72	20,2	-
18,5	138 O.	Dec.	27,5	61	22,0	-
19	114 —	Feb.	22,3	70	14,4	Horn
19,5	133 —	Dec.	26,1	73	19,5	Kotz
20	35 W.	Mai	24,5	78	20,1	-
20,5	83 —	Nov.	26,2	1000	8,5	Sabi
21,3	196 —	Mai	26,4	150,0	16,36	Lenz
				440,1	3,18	-
				708,8	2,92	-
				975,1	2,44	-
22	36 —	—	24,2	61	20,4	Kotz
23	37 —	—	25,0	78	20,8	-

1 Entdeckungsreise nach der Südsee. Weim. 1821. Th. II
2 Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VI. Sér. T. I. p. 280.
3 G. LXIII. 266.
4 Ann. Chim. Phys. T. XXV. p. 55.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
2[illegible]°	132° O.	Nov.	23°,4	50	22°,2	Horner
				130	18,4	- -
23	178 —	Juni	25,6	25	24,7	- -
				50	21,6	- -
				125	16,6	- -
25,1	157 W.	Febr.	21,5	178	14,0	Lenz
25,2	37 —	Mai	24,4	72	20,5	Kotzebue
26	37 —	Juni	23,4	70	18,7	Horner
				200	17,2	- -
27	147 —	Nov.	25,6	30	21,6	- -
				90	18,2	- -
				100	18,0	- -
				120	18,0	- -
27,5	37 W.	Mai	23,5	75	18,5	Kotzebue
28	152 W.	Sept.	25,0	10	23,5	- -
				25	23,0	- -
				50	19,5	- -
				100	16,1	- -
				200	10,6	- -
29	161 O.	Juni	24,3	100	16,7	- -
				300	11,1	- -
30	37 W.	Mai	22,8	61	19,0	- -
30	40 —	Juni	22,5	15	21,2	Horner
				30	20,3	- -
				63	18,7	- -
				140	16,6	- -
				170	16,6	- -
				200	16,6	- -
31	134 O	Sept.	27,8	80	21,7	- -
32,1	136,8 W.	Aug.	21,5	95,7	13,35	Lenz
				228,0	6,51	- -
				479,8	3,75	- -
				631,5	2,21	- -
32,3	42,5 —	Mai	20,8	1081,5	2,24	- -
32,5	36,5 W.	Mai	22,2	65	15,5	Kotzebue
33	170 O.	Juli	21,2	55	15,8	Horner
				200	12,0	- -
34,5	36 W.	Mai	20,7	75	16,7	Kotzebue
35,5	35 —	Mai	23,5	74	16,8	- -
36	147 —	Sept.	22,3	4	22,2	- -
				8	21,6	- -
				15	20,0	- -
				25	14,0	- -
				50	12,2	- -
				100	10,6	- -
				408	6,0	- -

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobacht
36°	148° W.	Sept.	22°,1	25	13°,8	Kotzebu
				100	11,5	- -
				300	6,7	- -
37	34 —	Mai	20,4	63	16,7	- -
37	161 O.	Jun.	16,1	10	15,2	- -
				25	13,6	- -
				100	11,5	- -
				300	6,1	- -
38	33 W.	Jun.	20,4	74	16,4	- -
39	31 —	—	19,6	72	15,6	- -
41,2	141,9 —	Mai	19,2	218,5	5,2	Lenz
				545,8	2,1	- -
41,5	27 —	Jun.	17,8	73	14,7	Kotzebu
45,9	15,3 —	Mai	14,6	210,7	10,4	Lenz
				422,5	9,9	- -
46	21 —	—	15,8	60	12,5	- -
46	144 O.	—	1,5	60	0,0	Horner
47	158 —	Sept.	15,5	80	0,6	- -
47,5	20 W.	Juni	15,6	72	12,3	Kotzebu
48	19 —	—	16,7	77	12,3	- -
48,5	13 —	—	16,7	80	11,3	- -
52	160 O.	Juli	6,2	100	— 0,5	Horner
53	144 —	Aug.	12,1	80	— 1,2	- -
53	152 —	Aug.	8,0	14	7,0	- -
				16	2,5	- -
				18	— 0,2	- -
				21	— 1,5	- -
				30	— 1,7	- -
				60	— 1,7	- -
				110	— 1,7	- -
				115	— 1,7	- -
60	44 W.	Mai	3,9	80	2,8	Sabine[1]
—	58 —	Oct.	4,4	900	2,2	- -
61	7 —	—	9,6	470	8,3	- -
—	—	—	5,0	950	2,0	Ross[2]
62	2 —	—	8,3	473	9,4	Parry[3]
64	56 —	Jul.	0,5	80	0,6	- -
66	59 —	Sept.	1,1	310	1,7	Sabine
—	5 O.	—	6,1	260	5,2	Frankl

1 G. LXIII. 259.
2 Dessen Reise. Appendix.
4 G. Ann. a. a. O.
4 Ebend.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Obrfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
67°	61° W.	Sept.	0°,5	400	0°,5	Sabine
				680	−3,5	– –
–		Juni	0,0	750	−2,7	Peron[1]
–	68 —	—	0,5	80	−1,0	Ross
				200	−1,6	– –
				400	−1,9	– –
				670	−3,9	– –
69		Aug.	3,6	650	0,0	Peron
72	79 —	Sept.	0,0	500	1,6	Ross
				600	1,0	– –
				700	0,5	– –
				800	0,0	– –
				1000	−0,1	– –
				1005	−2,0	– –
–	71 —	—	1,7	1000	−2,0	Sabine
–	73 —	—	2,2	246	−1,1	– –
–	19 —	Aug.	1,1	113	−1,6	Scoresby[2]
73	74 —	—	1,7	190	−1,0	– –
–	79 —	—	0,0	1050	−1,9	Ross
73,5		—	1,4	80	0,0	– –
				200	−1,4	– –
74	77 —	—	1,6	125	−0,7	Parry
				640	−1,4	Ross
–	79 —	Aug.	2,5	235	−1,4	Sabine
75	59 —	Juli	0,0	197	−1,2	Parry
–	77 —	Aug.	2,2	170	−0,6	Sabine
–	4 O.	Sept.	0,0	756	2,2	Franklin
75,5		Juli	1,1	314	0,0	Ross
76	78 W.	Aug.	−0,5	100	−1,0	Parry
				240	−1,2	– –
–	76 —	—	−0,5	80	−0,8	Ross
				420	−1,4	– –
–	63 —	—	1,1	415	−1,7	Sabine
–	66 —	—	0,0	200	−1,0	– –
				421	−1,5	– –
–	9 O.	April	−0,75	50	−0,9	Scoresby[3]
				123	1,0	– –
				230	0,7	– –
–	11 —	—	−2,1	20	−2,2	– –
				50	−2,1	– –
				123	−1,1	– –

1 Dessen Reise u. Journ. de Phys. T. LIX. p. 361. T. LXXII. 145. Ann. du Mus. d'Hist. Nat. T. V. p. 123.

2 Tagebuch einer Reise auf d. Wallfischfang. S. 256.

3 Account of the Arct. Reg. T. I. p. 187.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobac
76°,5	10° O.	April	—1°,1	20	—0,°6	Scores
				40	1,7	- -
				60	1,1	- -
				100	1,5	- -
77	78 W.	Aug.	—0,2	100	—0,8	Sabine
				240	—1,4	- -
—	8 O.	Mai	—1,5	20	—1,5	Scores
				40	—1,5	- -
				60	—1,1	- -
				100	—1,1	- -
—	12 —	—	0,5	700	6,1	Frank
77,5	2,5 —	—	—1,67	50	—1,5	Scores
				110	—0,6	- -
78	0 W.	Juni	0,0	761	3,3	- -
79	5,5 O.	Mai	—1,67	730	2,8	- -
—	— —	—	—1,67	13	—0,6	- -
				37	0,9	- -
				57	1,5	- -
				100	2,2	- -
				400	2,2	- -
80	5 —	Juni	—1,2	120	2,3	- -
—	9 —	—	1,1	34	1,1	Frankl
—	10 —	Juli	0,2	185	2,5	- -
—	11 —	—	0,2	237	1,9	- -
—	— —	Aug.	—0,9	34	0,6	- -
—	— —	Juli	0,0	60	7,8	Fische
			0,0	100	7,9	- -
			0,0	140	8,0	- -
			—0,5	304	4,0	- -
—	— —	—	0,0	95	1,8	Beeche
			—0,7	140	2,5	- -
			0,2	200	1,9	- -
			0,0	331	1,8	- -
—	— —	—	—0,6	110	1,9	Frankl
			0,5	120	2,2	- -
			—0,3	130	2,4	- -
			0,0	145	2,1	- -
			0,3	217	2,8	- -
			1,1	285	1,9	- -
			0,2	305	2,2	- -
81	10 —	Juni	1,1	72	1,1	- -
81,5	24 —	Juli	0,2	400	—1,1	Parry[3]

1 G. LXIII. 263.
2 Ebend. 261.
3 Narrative of an Attempt to reach the North-Pole. Lond. 1 p. 73.

Südliche Halbkugel.

Breite	Länge	Monat	Temp. d.Oberfl.	Tiefe	Temp. d.Tiefe	Beobachter
0°	140° W.	Mai	29°,2	200	14°,2	Horner
0,5	20 —	—	28,3	80	13,9	Kotzebue
1		Febr.	30,6	210	9,4	Peron
1,5	146 —	Mai	28,0	100	15,0	Horner
1		Febr.	31,0	366	7,5	Peron
2	20 —	Mai	28,3	80	13,9	Kotzebue
3	7,5		23,0	1300	5,5	Wauchope[1]
4	18,5 —	Mai	28,0	72	13,3	Kotzebue
5	17 —	—	27,3	63	14,0	- -
6,5	15,5 —	—	27,3	56	15,0	- -
8	14 —	April	26,8	61	17,8	- -
9,5	12,5 —	—	26,4	70	15,6	- -
11	11 —	—	25,8	72	18,5	- -
12,5	10 —	—	25,1	61	15,4	- -
14	8 —	—	24,2	56	16,7	- -
				10	26,1	- -
				20	26,1	- -
15	133 —	—	26,7	50	26,0	- -
				100	22,2	- -
				200	13,3	- -
—	31	Dec.	25,6	60	23,7	Horner
16	5 —	April	23,5	46	17,0	Kotzebue
18	3 —	—	23,0	54	14,5	- -
				125	20,0	- -
18	125 —	—	25,7	175	14,0	- -
				200	12,2	- -
19	1 —	—	22,8	65	17,0	- -
20,5	1 O.	—	23,1	61	16,0	- -
30	15 W.	Oct.	23,5	196	13,5	- -
30,5	15 O.	April	19,8	200	9,7	- -
33	30 —	März	22,0	145	16,9	- -
34	28 —	—	21,7	54	17,8	- -
35	23 —	—	20,0	86	10,8	- -
39	13 W.	Oct.	20,6	138	12,8	- -
39,5	— —	—	20,2	100	13,2	- -
44,5	57 —	Jan.	12,7	196	3,7	- -
52	68 —	Febr.	11,9	55	7,8	Horner
55		Dec.	—1,1	100	1,1	Forster[2]

1 Ann. of Philos. 1819. Apr. p. 314. Dublin philos. Journ. N. II. 91.

2 G. LXVI. 144.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobac[hter]
76°,5	10° O.	April	—1°,1	20	—0,°6	Scores[by]
				40	1,7	- -
				60	1,1	- -
				100	1,5	- -
77	78 W.	Aug.	—0,2	100	—0,8	Sabine
				240	—1,4	- -
—	8 O.	Mai	—1,5	20	—1,5	Scores[by]
				40	—1,5	- -
				60	—1,1	- -
				100	—1,1	- -
—	12 —	—	0,5	700	6,1	Frankl[in]
77,5	2,5 —	—	—1,67	50	—1,5	Scores[by]
				110	—0,6	- -
78	0 W.	Juni	0,0	761	3,3	- -
79	5,5 O.	Mai	—1,67	730	2,8	- -
—	— —	—	—1,67	13	—0,6	- -
				37	0,9	- -
				57	1,5	- -
				100	2,2	- -
				400	2,2	- -
80	5 —	Juni	—1,2	120	2,3	- -
—	9 —	—	1,1	34	1,1	Frankl[in]
—	10 —	Juli	0,2	185	2,5	- -
—	11 —	—	0,2	237	1,9	- -
—	— —	Aug.	—0,9	34	0,6	- -
—	— —	Juli	0,0	60	7,8	Fischer
			0,0	100	7,9	- -
			0,0	140	8,0	- -
			—0,5	304	4,0	- -
—	— —	—	0,0	95	1,8	Beeche[y]
			—0,7	140	2,5	- -
			0,2	200	1,9	- -
			0,0	331	1,8	- -
—	— —	—	—0,6	110	1,9	Frankl[in]
			0,5	120	2,2	- -
			—0,3	130	2,4	- -
			0,0	145	2,1	- -
			0,3	217	2,8	- -
			1,1	285	1,9	- -
			0,2	305	2,2	- -
81	10 —	Juni	1,1	72	1,1	- -
81,5	24 —	Juli	0,2	400	—1,1	Parry[3]

1 G. LXIII. 263.
2 Ebend. 261.
3 Narrative of an Attempt to reach the North-Pole. Lond. 1[...] p. 73.

Südliche Halbkugel.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
0°	146° W.	Mai	29°,2	200	14°,2	Horner
0,5	20 —	—	28,3	80	13,9	Kotzebue
1		Febr.	30,6	210	9,4	Peron
1,5	146 —	Mai	28,0	100	15,0	Horner
1		Febr.	31,0	366	7,5	Peron
2	20 —	Mai	28,3	80	13,9	Kotzebue
3	7,5		23,0	1300	5,5	Wauchope[1]
4	18,5 —	Mai	28,0	72	13,3	Kotzebue
5	17 —	—	27,3	63	14,0	- -
6,5	15,5 —	—	27,3	56	15,0	- -
8	14 —	April	26,8	61	17,8	- -
9,5	12,5 —	—	26,4	70	15,6	- -
11	11 —	—	25,8	72	18,5	- -
12,5	10 —	—	25,1	61	15,4	- -
14	8 —	—	24,2	56	16,7	- -
				10	26,1	- -
				20	26,1	- -
15	133 —	—	26,7	50	26,0	- -
				100	22,2	- -
				200	13,3	- -
—	31	Dec.	25,6	60	23,7	Horner
16	5 —	April	23,5	46	17,0	Kotzebue
18	3 —	—	23,0	54	14,5	- -
				125	20,0	- -
18	125 —	—	25,7	175	14,0	- -
				200	12,2	- -
19	1 —	—	22,8	65	17,0	- -
20,5	1 O.	—	23,1	61	16,0	- -
30	15 W.	Oct.	23,5	196	13,5	- -
30,5	15 O.	April	19,8	200	9,7	- -
33	30 —	März	22,0	145	16,9	- -
34	28 —	—	21,7	54	17,8	- -
35	23 —	—	20,0	86	10,8	- -
39	13 W.	Oct.	20,6	138	12,8	- -
39,5	— —	—	20,2	100	13,2	- -
44,5	57 —	Jan.	12,7	196	3,7	- -
52	68 —	Febr.	11,9	55	7,8	Horner
55		Dec.	—1,1	100	1,1	Forster[2]

1 Ann. of Philos. 1819. Apr. p. 314. Dublin philos. Journ. N. II. 91.

2 G. LXVI. 144.

Breite	Länge	Monat	Temp. d.Obrfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobacht
56°	90	März	7°,7	50	6°,9	FORSTER
				200	5,8	- -
57	80	—	6,5	100	4,0	- -
59	71	—	4,5	60	3,8	- -
				100	2,2	- -

39) So ungleich und zuweilen sogar einander wid chend die hier mittgetheilten Resultate zahlreicher Mess auch sind, so gehen doch aus ihnen einige Folgerunge vor, deren wesentlichste ich kurz zusammenstelle.

a) Vor allen Dingen ist unverkennbar, dafs die T ratur des Meeres überall mit der Tiefe abnimmt. Als nahmen hiervon kommen in der Tabelle blofs diejenige die im nördlichen Polarmeere unter hohen Breiten ge werden; allein es giebt auch noch andere, z. B. die v. HORNER[1] erwähnten, dafs nämlich im Golphstrome Küste von America das aus 80 bis 100 Faden heraufgez Bleiloth über die Siedehitze des Wassers warm zu seyn und ähnliche Stellen mögen sich noch sonstige finden das Wasser durch unterirdische Vulcane partiell erhitzt

b) Ein eigentliches Gesetz über die mit der Tiefe mende Wärme, wollte man dieses für das Wasser ebens für die Erdrinde und die Atmosphäre aufsuchen, läfst si den mitgetheilten Beobachtungen nicht ableiten und is leicht gar nicht vorhanden, weil das Wasser ungleich lan erwärmt wird, als die Luft, die einmal erhaltene höhere peratur minder leicht wieder verliert und auf gleiche allgemeinen und partiellen, wenn gleich nicht so schne wegten, Strömungen unterworfen ist. Als merkwürdige nahme verdient bemerkt zu werden, dafs FINLAYSON[2] des 2000 Fufs hohen Pics von Narrondam unter 13°24 und 94° 12′ östl. L. von Gr. das Wasser in 280 Fufs nur 1°,4 C. kälter fand, als an der Oberfläche. Auch DERS[3] fand unweit des Vorgebirges der guten Hoffnun

1 G. LXIII. 276.

2 Voyage to Siam and Hui. cet. p. 33.

3 Reise nach dem Austral-Lande. D. Ueb. Weim. 1816. S.

° 36 S. B. die Temperatur der Oberfläche = 17°,7 und
Faden Tiefe = 17°,2. Aehnliche minder auffallende
men kommen häufiger vor, wie unter andern auch durch
unter 45° 53′ N. B. und 15° 17′ W. L. im atlantischen Ocean
ungewöhnlich geringe Wärmeabnahme gefunden wurde,
ablich wegen der Nähe des Landes oder wohl noch
scheinlicher wegen Einflusses des Golphstromes. Im All-
nen ist aber die Wärmeabnahme so viel stärker, je hö-
die Temperatur der Oberfläche ist, zeigt sich weit auf-
ler in den höheren als in den tieferen Schichten und
einigen Fällen ganz auf, ohne dafs wir jedoch berech-
sind, einen constanten Wärmegrad überall in gewisser
annehmen, wie v. HORNER aus seinen Messungen un-
° N. B. zu folgern geneigt war.

c) Unter den tieferen Schichten von geringerer Tempera-
werden zwar ausnahmsweise wieder wärmere gefunden,
blofs in Folge partiell wirkender Ursachen und keines-
so, dafs es als Regel oder nur als häufige Ausnahme zu
achten wäre. Blofs an solchen Stellen, wo das Wasser
ch unterirdische Vulcane bedeutend erhitzt wird, wie so
angegeben ist, findet sich diese Ausnahme von der all-
einen Regel, und aufserdem im nördlichen Polarmeere
chen Grönland und Spitzbergen vom 76sten Grade nördl.
an, worüber sogleich weitere Bemerkungen folgen wer-
Es liegt übrigens in der Natur der Sache, dafs Fälle
Art nur selten vorkommen können, da das wärmere
demnach leichtere Wasser aufsteigen mufs, mithin blofs
in gröfseren Tiefen gefunden werden kann, wenn es
unmittelbar erwärmt oder durch starke Strömung am Auf-
gen gehindert wird.

d) Bis zu welchem Grade erkältetes Wasser in der Tiefe
funden werde, läfst sich nicht wohl bestimmen, da an vie-
Stellen der nördlichen und südlichen Polarmeere noch keine
ungen vorgenommen worden sind; inzwischen ist nicht
scheinlich, dafs die Temperatur irgendwo bis unter den
erpunct des Seewassers, also etwa — 5° C., herabgehn oder
der Boden mit Eis bedeckt und selbst gefroren seyn sollte,
man an sehr kalten Orten mitten zwischen dem Eise in
Baffinsbay keine so niedrige Temperatur und auf jeden
kein Eis gefunden hat; aufserdem aber ist das Gefrieren des

Seewassers von einer Ausscheidung des Salzes begleitet, d
der Nähe des sich bildenden Eises vorhandene salzrei
Wasser würde sich dann senken, das Eis dagegen ein B
ben haben, wegen seines geringern spec. Gewichtes aufz
gen; beide vereinte Ursachen aber müfsten das Ansetze
Eises auf dem Boden hindern. Da man jedoch versi
Boien und selbst Ketten vom Grunde des Meeres (nich
rade des tiefsten, unfern der Mündung der Elbe) dure
gesetztes Eis emporkommen gesehn hat und einige hoch
liche Küsten, namentlich in der Eschscholz-Bay, aus bl
Eise von ungemessener Tiefe bestehn, so kann man nich
wifs wissen, wie weit namentlich die letzteren sich i
Meer hinein erstrecken und ob nicht irgendwo der Me
boden aus Eis besteht, welches durch das kalte berüh
Wasser nie geschmolzen wird.

e) Ein bestimmter und durch genaue Zahlenverhäl
nachweisbarer Unterschied zwischen der nördlichen und
lichen Halbkugel findet nicht statt, jedoch reichen die vo
denen Messungen nicht hin, um hierüber zu entscheiden
diesen Zweck müfsten in den correspondirenden Mona
gleichen Tiefen und in gehöriger Anzahl angestellte M
gen vorhanden seyn, um aus ihnen ein mittleres Resul
entnehmen. Uebrigens ist es auffallend, dafs die gröfste
me der Oberfläche sowohl, als auch der tiefer liegenden
serschichten nicht unter den Aequator, sondern in beide
hälften, insbesondere aber in der nördlichen, zwische
und 20° der Breite fällt. Für höhere Breiten fehlt es
südlichen Halbkugel noch zu sehr an Messungen, u
Vergleichung mit der nördlichen anzustellen.

f) Die auffallendste Anomalie zeigt sich im nörd
atlantischen Oceane zwischen ungefähr 15° östl. und 15°
Länge von Greenwich, insbesondere wenn man die
der Tiefe gemessenen Temperaturen mit denen vergleic
in der Baffinsbay gefunden werden. An beiden Orte
der Messungen in den verschiedensten Tiefen sehr vie
gestellt und zur bessern Begründung des Urtheils in genü
Zahl in der mitgetheilten Uebersicht aufgenommen worden
in der Baffinsbay namentlich durch Ross, Parry und S
in gröfseren Tiefen gefundenen Temperaturen stimmen

ten Resultaten der in allen übrigen Meeren angestellten ungen überein, wonach die Temperatur mit der Tiefe mt, wenn auch um eine unbedeutende Gröſse in denjenen Meeren, deren Oberfläche nicht viel über den Gefrier- des Wassers erwärmt ist, im grönländischen Meere dagegen zeigt sich zwischen den angegebenen Längen und unter vom 75sten Breitengrade an die sonderbare Anomalie, daſs das Wasser in der Tiefe nicht bloſs an Temperatur nicht t, sondern an vielen Stellen sogar eine Zunahme der Wärme erhält. Von keinem Orte giebt es so zahlreiche Messungen, als aus jenen Breiten, wo sie durch die verschiedensten Seefahrer, namentlich BEECHEY, FISCHER, SABINE, und insbesondere den bekanntlich so höchst sorgfältig experimentirenden SCORESBY, in gröſster Menge und mit genau übereinstimmenden Resultaten angestellt worden sind, sich an der Richtigkeit der auf das genaueste übereinstimmenden Resultate durchaus nicht zweifeln läſst. Höchst merkwürdig ist dann hiernach das Ergebniſs, daſs die Temperatur allgemein herrschenden Regel zuwider nicht nur mit der nicht abnimmt, sondern vielmehr wächst. SCORESBY te, als er seine Versuche anstellte, die ihren Ergebnissen sprechenden Resultate, welche aus den Messungen aner Beobachter unter gleichen Parallelen, aber unter verschieen Meridianen hervorgehn, und fand die Sache um so überraschender, als er selbst unter 72° N. B. und 19° westl. in 113 Faden Tiefe, 5 Faden über dem Grunde, die Temperatur nicht bloſs niedriger, als an der Oberfläche, sondern unter der des gefrierenden Wassers fand, so daſs also partielle Wärme sich nicht bis zu dieser Breite und Länge streckt. Nach seiner Ansicht[1] strömt der Golphstrom der Oberfläche den norwegischen Küsten entlang bis zum d-Cap, wird alsdann durch einen westlichen Strom umwandt in die Richtung nach Nordwest und hindert so das is in die Nordsee zu treiben. Aus der in der Nähe von bergen in 100 bis 200 Faden Tiefe herrschenden Wärme 6 bis 7 Grad über die der Oberfläche folgert er dann, dieser Strom sich dort in die Tiefe senken und zum Unme werden müsse. Um diesen Widerspruch mit be-

1 An Account of the Arctic Regions. T. I. p. 209.

kannten hydrostatischen Gesetzen auszugleichen, nimmt
RESBY an, dafs das Seewasser einige Grade über 0° C
dichtesten sey, und obgleich RUMFORD[1] gefunden zu h
behaupte, dafs beim Seewasser ein solcher Punct der grö
Dichtigkeit nicht vorhanden sey, so beweise doch eben
ser Strom das Gegentheil, welcher nothwendig Wasse
südlichen warmen Regionen in der Tiefe den Gegende
Spitzbergen zuführen müsse. Allein es ist aus spätern V
chen genügend erwiesen, dafs ein solcher bei süfsem W
statt findender Punct der gröfsten Dichtigkeit bei Seew
nicht angetroffen werde, und an diesem unwiderlegliche
gumente scheitert also die gegebene Erklärung, die aufse
noch andere gewichtige Argumente gegen sich hat. Da
lich unter 76° nördl. B. und etwa 10° östl. Länge das
in der Tiefe weniger warm ist, als unter 80° N. B. und
gefähr unter gleicher Länge, so ist an einen bis dahin
chenden, von Süden herkommenden warmen Strom nicht
zu denken, um so weniger, als es unwahrscheinlich
würde, dafs ein solcher bis zu jener Strecke hin sein w
Wasser blofs in der Tiefe erhalten sollte, und man muf
her zu der Hypothese seine Zuflucht nehmen, dafs in
Gegend unter dem Meere befindliche vulcanische Feue
Erwärmung des Wassers bewirken. Ob diese mit den
dischen zusammenhängen, ob irgendwo ein einzelner ver
ter Krater vorhanden ist, welcher auf einen kleinen Rau
schränkt dem Wasser die ungewöhnliche Wärme ertheilt,
ob im weitern Umfange der Boden durch unterirdische
brennungsprocesse erwärmt wird, ob endlich auch diese
fallende Phänomen mit der oben (§. 8.) erwähnten H
Scandinaviens zusammenhängt und diese örtliche Erwär
vorzugsweise die in jener Gegend statt findende bedeu
Krümmung der isothermischen Linien bewirkt, so dafs
gar nach dem Erlöschen der dort so lange schon thätigen
terirdischen Feuer die Westküste Europa's auf eine g
tiefe Temperatur herabsinken könnte, als die gegenübe
gende America's, wodurch dann der Fall einer bedeu
den Veränderung des Klima's gegeben würde, alles d
sind Fragen, welche hier nur angedeutet werden können

1 Dessen Essays. T. II. p. 802.

[illegible] Entscheidung erst durch künftige weitere Forschungen [illegible] ausgemittelt werden mufs[1].

40) Man hat schon früh die Entdeckung gemacht, dafs [das] Meer über Untiefen, insbesondere über Felsen, eine Veränderung der Temperatur erleidet, und dafs diese um so schneller abnimmt, je steiler die Küsten sind. So viel ich weifs, war FRANKLIN der erste, der dieses beobachtete und nach dessen Aeufserung JONATHAN WILLIAMS[2] vorschlug, die Annäherung an verborgene Klippen durch das Thermometer zu ersehen. Später hat hauptsächlich v. HUMBOLDT die Änderung beobachtet, indem er das Thermometer plötzlich von [illegible] auf 22°,5 C. herabsinken sah[3], so dafs ein gewöhnliches Weingeistthermometer die Annäherung an verborgene Klippen warnend verkündigt[4]. In zwei Beobachtungen[5] sah dieser Reisende das eine Mal über einer Sandbank das Thermometer auf 13°,3 bis 12°,5 sinken, ungeachtet es in der ganzen Umgebung 15° bis 15°,3 C. zeigte, und das andere Mal [auf] der Sandbank zwischen Tabago und Granada auf 23°, während es im offenen Meere 25°,6 angab. Mehrere Thatsachen zur Bestätigung dieses paradoxen Verhaltens hat JOHN DAVY auf seiner oben erwähnten Reise nach Ceylon gesammelt, und so läfst sich nach diesen und andern glaubhaften Zeugnissen die Thatsache nicht wohl bestreiten, obgleich sie mit andern Erscheinungen, wonach seichtere Teiche durch den Einflufs der Sonnenstrahlen wärmer zu seyn pflegen, als tiefere, und das über flachen Ufern mehr stagnirende Wasser der Flüsse eine höhere Temperatur zu haben pflegt, im Widerspruche steht. Wirklich behaupten auch SAUSSURE und MARSIGLI am mittelländischen Meere, DONATI beim adriatischen Meere, PERON an den flachen Küsten Neuhollands das seichtere Wasser in der Nähe des Landes wärmer gefunden zu

---

1 Vergl. Art. *Temperatur*, wo auch der Einflufs dieser partiellen Erwärmung auf die magnetischen Pole zur Erörterung kommen wird.

2 Thermometrical Navigation. Philad. 1790. 8. Vergl. Transact. of the Amer. Soc. T. III. p. 82.

3 G. IV. 455.

4 Ebend. VII. 343.

5 Relation Histor. T. I. p. 55 u. 213. Vergl. Ann. Ch. Phys. V. p. 395.

haben[1], und der Letztere stellt es als unzweifelhaftes Ge
auf, dafs das Meer an und über den Küsten, namentlich
flachen, wärmer sey, als auf hoher See; wie es denn a
natürlich scheint, dafs die Sonnenstrahlen, die das durchs
tige Wasser durchdringen, in dem dichteren und undur
sichtigen Boden eine gröfsere Wärme erzeugen, wenn a
die durch Peron zu Hülfe genommene Wärme-Entbind
durch die zahllosen Thiere, welche solche flache Meeresgr
de zu bedecken pflegen, unberücksichtigt bleibt. Sollen d
einander widersprechenden, aber beiderseits wohl begründ
Zeugnisse vereinigt werden, so müssen wir annehmen,
die einen von den minder tiefen Theilen des Meeres re
die sich über und neben grofsen, weit ausgedehnten Kü
hin erstrecken und wo allerdings das Wasser wärmer s
mag, die andern aber von Sandbänken, Untiefen und Fel
die sich aus dem tiefern Meeresgrunde oft in bedeutender E
fernung von Continenten und Inseln erheben.

v. Humboldt hat keine eigentliche Erklärung des pa
doxen Phänomens versucht, wohl aber Humphry Davy,
er die von seinem Bruder ihm mitgetheilten Beobachtun
bekannt machte[2]. Nach der Ansicht des scharfsinnigen B
ten erzeugen die Sonnenstrahlen Wärme im Wasser des M
res und diese ist an der Oberfläche am stärksten, eben
aber findet auch ein Wärmeverlust durch Strahlung und V
dunstung statt; im tiefen Meere sinkt dann das hierdurch
kältete Wasser herab, und entzieht sich somit der Messu
an flachern Stellen kann es aber nicht so tief herabsinken
mufs daher das Thermometer afficiren. Wird dann gleich
Wasser an den Küsten durch die Sonnenstrahlen, die den
den treffen, erwärmt, so strömt dagegen bei Nacht die käl
Luft vom Lande, welches durch die Strahlung schneller,
das Wasser erkaltet, dem Meere zu und kühlt die Oberflä
ab. Beide vereinte Ursachen sollen also dieses auffalle
Phänomen erklären. Es läfst sich indefs allerdings entgegn
dafs das seichtere Wasser bis an den Boden nach der ga
baren Theorie durch die auffallenden Sonnenstrahlen eben

1 G. XIX. 432.

2 Aus Journ. of Sc. T. III. von 1817 in G. LXVI. 139. Jou
de Phys. T. LXXXV. p. 169.

Wärme erhalten mufs, als im weiten Meere bis zu gleicher Tiefe, worauf dann der Boden den ganzen Rest des auffallenden Lichtes verschluckt, mithin wärmer werden mufs, als eine transparente Wasserschicht in der nämlichen Tiefe, die erzeugte Wärme müfste dann dem berührenden Wasser mitgetheilt und dessen Temperatur dadurch erhöht werden, woraus aber ein Aufsteigen desselben und somit eine stärkere Erwärmung der ganzen Lage folgen würde, die durch die überströmende kalte Luft nicht compensirt werden könnte. Wollte man dem Boden der Untiefen Wärmestrahlung beilegen und dadurch eine Erkaltung entstehn lassen, so würde diese sich bloss der berührenden Schicht mittheilen, die dadurch zwar schwerer geworden nicht aufsteigen könnte, wobei man unmöglich annehmen kann, dafs die (überhaupt so räthselhafte sogenannte) Strahlung des Bodens das darüber befindliche Wasser in Folge der durchgehenden Wärme zu einer stärkern Strahlung und in deren Folge zu einer gröfsern Abkühlung disponiren sollte, als welche auf der hohen See statt findet.

Man ist einmal geneigt, bei ungewöhnlichen Wärmephänomenen zur sogenannten Strahlung seine Zuflucht zu nehmen, sonst liefse sich wohl ein einfaches Mittel finden, beide widersprechende Phänomene zu vereinigen. Dafs flachere Gewässer überhaupt wärmer sind, als tiefere, weil die sonst in gröfsere Tiefe eindringenden Sonnenstrahlen vom Boden aufgefangen werden und dort mehr Wärme entwickeln, ist eine allgemein bekannte Sache. Ueber Felsen und Untiefen im weiten Ocean und an den Küsten desselben müfste der nämliche Erfolg statt finden, allein bei diesen steigen die bewegten Wassertheile aus der Tiefe, wie auf einer geneigten Ebene empor und erzeugen hier eine gröfsere Kälte. Dafs aber die Bewegungen des Wassers sich bis zu bedeutenden Tiefen herab erstrecken und durch diese auch der Sand aus der Tiefe an Ufer aufgehäuft werde, wird im nächst-nächstfolgenden Abschnitte gezeigt werden.

G. Gefrieren des Meeres.

41) Die ungeheuer grofsen und mannigfaltig gestalte Eismassen in den Polarmeeren haben von jeher die Aufme samkeit der Seefahrer und der Küstenbewohner jener Geg den in Anspruch genommen und sind daher sowohl we des überraschenden Anblicks, den sie gewähren, als auch gen der grofsen Gefahren, die sie drohen, vielfach beschi ben und durch Zeichnungen anschaulich gemacht worden; wissenschaftlicher Hinsicht ist es jedoch wichtiger, die Art ih Entstehens genauer zu kennen. Früher herrschte die, name lich durch Büffon vertheidigte Ansicht, das Seewasser friere überhaupt nicht, theils weil es als gesalzen der Eisb dung widerstehe, theils weil die stete Bewegung des Meer namentlich in den Polarzonen, die zum Erstarren erforderlic Ruhe nicht gewähre. Eingeschlossene Meere, als die Ostse das Meer von Marmora und das schwarze Meer, zeigten zw die Wirklichkeit des Gefrierens, auch fand man die Bucht der scandinavischen Küste mit Eis bedeckt, allein jene ein schlossenen Meere haben einen minderen Salzgehalt und den Buchten glaubte man die Eisbildung durch die gröfse Ruhe und die Nähe der Ufer erleichtert, abgerechnet d der hineinfallende Schnee auf der Oberfläche schwimmend einer festen Decke erstarren mufste. Als ein vorzüglich g wichtiges Argument galt die frühzeitig gemachte Erfahrun dafs das Meereis beim Schmelzen süfses Wasser giebt, u man glaubte daher, alles Eis im offenen Meere werde dur die Flüsse hineingeführt, oder rolle von Gletschern am Lan herab, oder entstehe an den Küsten, von denen es dann lo gerissen werde und daher oft noch Theile des Bodens, Krä ter und Steine auf und in sich mitführe. Diese ursprünglic kleinen, wegen ihres geringeren spec. Gewichtes stets zu Theil aus dem Wasser hervorragenden Massen sollten dan durch auffallenden Regen und Schnee zu der enormen Gröfs anwachsen, welche die Beobachter mit Furcht und Staune

---

1 Noch 1809 war der bothnische Meerbusen bis Ende Aprils stark gefroren, dafs die schwersten Lasten hinüber gefahren wurde auch russische Truppen einen Uebergang beabsichtigten. Catteau d Calleville a. a. O. S. 135.

rück. Erst die neueren Reisenden haben die Thatsache un-
widerleglich festgestellt, dafs die Oberfläche der See wirklich
auf gleiche Weise gefriert oder mit Eis bedeckt wird, als
die des süfsen Wassers.

42) Um über die Entstehung des Meereises urtheilen zu
können, bedurfte es der Versuche des Gefrierens von gesalze-
nem Wasser, die vorzugsweise PARROT[1] angestellt und in
Folge eines aus Mifsverständnifs entstandenen Widerspruches
mit vermehrter Genauigkeit wiederholt hat. Als Hauptresultat
geht hieraus hervor, dafs Wasser mit 0,03 Salz bei einer Er-
kältung von — 4° R. in Eis verwandelt wird, welches nach
dem Schmelzen das aufgelöste Salz in seiner Masse einge-
schlossen enthält. Wiederholte weitere Versuche mit solchem
und anderem ungleich stark gesalzenen Wasser zeigten aber
ferner, dafs zwar das aus diesem entstandene Eis allezeit eine
durch Reagentien leicht wahrnehmbare Menge von Salz ent-
halte, dafs aber dennoch der Krystallisations-Procefs des Ge-
frierens allezeit mit einer Ausscheidung von Salz verbunden
sey, indem fortschreitend zuerst weniger gesalzenes Wasser
gefriert, dann bei zunehmender Kälte fortschreitend das mehr
gesalzene, bis zuletzt alles, ohne Zurücklassung von selbst-
ständigen Salzkrystallen, in Eis verwandelt wird, an welchem
jedoch die rauheren Theile durch äufsere Kennzeichen den
stärkeren Salzgehalt darthun. Hiernach kann also der oben-
drein geringe Salzgehalt des Seewassers dieses nicht gegen das
Gefrieren schützen, vielmehr liegt der Gefrierpunct des Salz-
wassers zunehmend tiefer unter dem des süfsen Wassers, je
gröfser die Menge des aufgelösten Salzes ist, bis zum Sätti-
gungsgrade, und alles aus dem Salzwasser entstandene Eis
enthält stets eine gewisse Menge Salz in sich, jedoch das
zuerst oder in geringerer Kälte entstandene nicht soviel,
dafs es nach dem Aufthauen ein nicht trinkbares oder nur
durch den Geschmack sich als gesalzen ankündigendes Was-
ser liefern sollte. Dafs Salzwasser überhaupt gefriere und
zugleich für höhere Grade der Sättigung einer tiefern Tempe-
ratur hierzu bedürfe, wufste man schon aus den Versuchen
von CHAPTAL und MONGE[2] und aus den frühern von BLAGDEN[3].

---

1 G. LVII. 144.
2 Ann. de Chim. T. LIV. p. 139. Daraus in G. XXIII. 350.
3 *Philos. Trans.* 1788. p. 143. 311.

Letzterer will zugleich das Gesetz aufgefunden haben, die Mengen des Salzes, welche in reinem Wasser aufg wurden, den Wärmegraden unter 0° C., wobei letzteres friert, direct proportional sind. Eine Auflösung, deren halt $\frac{10}{320}$ an Salz betrug, gefror bei — 1°,9 C. und so m also eine von $\frac{10}{40}$ bei — 15°,6 gefrieren, was auch bei di ebenso wie bei 7 andern zwischen diesen Extremen liege Lösungen, so genau zutraf, dafs bei keinem Versuche der terschied zwischen den beobachteten und den berechn Werthen 0°,5 C. erreichte. Beträgt der Salzgehalt des M wassers $\frac{11}{436}$ (etwas über 2,68 Procent), so mufs sein Gef punct = — 1°,7 C. seyn und der durch Nairne[1] gefun = — 1°,94 wäre demnach aus dem gröfsern Salzgehalte wohl erklärlich. Blagden nahm aufserdem an, dafs re Wasser bei 4°,4 C. seine gröfste Dichtigkeit habe, und das Verhalten des Salzwassers in dieser Beziehung zu prü setzte er eine Lösung von 1 Th. Kochsalz in 4,8 Th. W ser, welche der Rechnung nach bei — 12°,9 C. gefri mufste, der Kälte aus. Die Zusammenziehung der Masse statt bis — 8°,3, aber bei — 9°,4 war schon eine Ausd nung merkbar, woraus Blagden folgert, dafs der Punct gröfsten Dichtigkeit bei — 8°,5 und also 4°,4 über dem Gefr puncte liege, auch ist er geneigt, als allgemeines Gesetz zunehmen, dafs ein wachsender Zusatz von Salz den P der gröfsten Dichtigkeit und den Gefrierpunct gleichmäfsig fer herabbringe. Dieses kann jedoch nicht der Fall seyn, d sonst könnte der Punct der gröfsten Dichtigkeit des Seew sers auf keine Weise tiefer als — 2° C. liegen und das der Tiefe gefundene kältere Wasser müfste nach statischen setzen aufsteigen.

43) Die genauesten Versuche über das Verhalten des Kälte ausgesetzten Seewassers hat Marcet[2] angestellt und von ihm erhaltenen Resultate stimmen auf das genaueste denen überein, die ich selbst vermittelst eines ganz versc denen Verfahrens aufgefunden habe. Der von jenem gebrau Apparat ist nicht von der Art, dafs er wegen künftig zu w derholender Versuche beschrieben zu werden verdiente,

1 Phil. Trans. 1776.

2 S. dessen oben angezeigte Abh.

suchen war er tauglich genug, um bei sachgemäſser Be-
handlung hinlänglich genäherte Resultate zu geben. Zuerst
ließ MARCET Seewasser in Gefäſsen gefrieren, wobei zwar die
ganze Masse in Eis verwandelt wurde, allein nach dessen
Herausnehmen fanden sich einige Tropfen sehr gesalzenen
Wassers als Rückstand; stets stieg das Thermometer im ge-
frornen Eise auf — 2°,22 C. Bei den nachherigen Versu-
chen mit dem zur Auffindung des Zusammenziehens zugleich
dienenden Apparate ergab sich, daſs das Seewasser sich fort-
während zusammenzieht, bis es in Eis verwandelt wird. Nach
diesen Beobachtungen dauerte die Zusammenziehung dessel-
ben bis — 5°,56 C. fort und von hier an schien ein Still-
stand oder eine beginnende Ausdehnung statt zu finden, deren
Bestimmung zwar wegen der Zusammenziehung des Glases
schwierig war, jedoch blieb auch nach einer Correction hier-
für stets noch eine beginnende geringe Ausdehnung übrig.
Ging aber die Erkaltung bis auf — 7°,5 herab, so schoſs das
Wasser in der engern Röhre des gebrauchten Apparats schnell
empor, das Thermometer stieg sogleich auf — 2°,22 und al-
les Wasser war in Eis verwandelt. In einem von mir ange-
stellten beiläufigen Versuche sah ich gleichfalls künstlich be-
reitetes Seewasser sich bis — 4°,38 C. fortwährend zusam-
menziehn, nach einiger Zeit aber war durch zunehmende Kälte
die Kugel des Apparates zersprengt und in das Röhrchen des-
selben ein Eiscylinder hinaufgetrieben. Bei der spätern Be-
stimmung des Gesetzes der Ausdehnung des Seewassers durch
Erman[1] ergab die Differentiirung der hierfür aufgefundenen
Formel den Punct der gröſsten Dichtigkeit etwas unter — 5°,25
so genau mit MARCET's empirisch gefundenem Resultate
übereinstimmend, als zwei so ganz verschiedene Methoden
zulassen, ja wenn es heiſst, daſs bei — 5°,56 schon eine
beginnende Ausdehnung von ihm wahrgenommen worden sey,
so beträgt die Differenz kaum 0°,1 C. und liegt also ganz
innerhalb der Grenzen solcher Messungen. Hiernach muſs also
der Punct der gröſsten Dichtigkeit des Seewassers bei — 5°,5
und der Gefrierpunct desselben zwei Grade tiefer bei — 7°,5 C.
gesetzt werden.

---

1 Mém. présentés à l'Acad. Imp. des Sc. de St. Petersbourg.
I. p. 71.

Diese beiden Bestimmungen setzen jedoch voraus, die Zusammenziehung sowohl, als auch das Gefrieren Seewassers ohne eine Aenderung seines Mischungsverhält erfolge, was nur dann zuweilen oder meistens geschieht, die dasselbe einschliefsende Hülle der Wärmeentziehung all einen gleichmäfsigen Zutritt gestattet und die äufs einwirkende Kälte hinlänglich stark ist, um ein etwas ra Gefrieren herbeizuführen. Je gröfser dagegen die vorhar Wassermasse im Verhältnifs zu der Oberfläche ist, auf w die Kälte einwirkt, um desto leichter beginnt eine Auss dung von Salz und ein partielles Gefrieren des hiernach der salzreichen Wassers. Unter keinen andern Verhältn gefriert daher das Seewasser bei einer höhern Temperatu auf der Oberfläche des Meeres selbst, und aus dieser Ur wird der Gefrierpunct desselben meistens höher angegeben MARCET ihn gefunden hat und er nach dem Wärmegrad gen kann, wobei das Seewasser seine gröfste Dichtigkeit Am gehaltreichsten hierüber sind die Mittheilungen von RESBY, welcher die Entstehung und die Beschaffenhei Meereises am anhaltendsten und am aufmerksamsten beol tet hat[1]. Nach ihm ist das Salzwassereis porös, weifs, durchsichtig, weicher und leichter als Süfswassereis, grü gefärbt und giebt beim Schmelzen süfses oder etwas ges nes Wasser. Nie erhielt SCORESBY aus Seewasser dichte durchsichtiges Eis, und wenn MARCET ein solches bere so sieht man hieraus, dafs jenes die Regel, dieses die nahme ist. SCORESBY gesteht zu, dafs sich ein Streben Entstehn eines dichten Eises in der Ausscheidung des S zeige, denn wenn bei sehr kaltem Wetter der Schaum Wellen auf dem Schiffe gefriert, so bleibt stets etwas W ungefroren zurück, was sehr salzig ist. Das gewöhnliche wasser des grönländischen Meeres von 1,0263 spec. Gew gefriert bei — 2°01 C., ist es aber durch Frost bis 1, concentrirt, so gefriert es erst bei — 10°,2 und völlig

1 G. LXII. 1 ff. Sehr ausführlich in: An Account o Arctic Regions cet. Edinb. 1820. II Voll. 8. T. I. p. 225 ff. Nachrichten über das Polareis der südlichen Hemisphäre finden in den Reiseberichten von COOK, WEDDEL, FORSTER u. a., über der nördlichen Erdhälfte in denen von HUDSON, DAVIS, BAFFIN, FROBISHER, MIDDLETON, ROSS, PARRY, FISCHER, FRANKLIN u. a.

[illegible] gesättigtes bei — 20°. Einst fand Scoresby[1] in ei[illegible]ern Nacht die See überall um das Schiff herum ge[illegible], obgleich das Thermometer in der Höhe des Verdecks [illegible] unter 0°,5 C. herabging; er leitet dieses von der Strah[illegible]ler, doch ist zu berücksichtigen, dafs das Meer mit Eis[illegible] erfüllt war. In einem andern Falle[2] gefror das Meer [illegible] einer Temperatur der Luft von 2°,22 C., die um 2 Uhr [illegible] bis 0°,56 herabging, und das erzeugte Eis war so [illegible], dafs der Lauf des Schiffes bei einem leichten Winde [illegible] dadurch gehemmt wurde. Auch damals lagen Eis[illegible] naher, und dann gefriert die See in der Regel stets, [illegible] die Sonne 4 bis 5 Grade unter dem Horizonte ist, je[illegible]ch nur bei heiterem Himmel, denn bei wolkigem ge[illegible] dieses nicht anders als bei einer Temperatur von [illegible] 1°,67 C.

Capitain Ross[3] und seine Begleiter hatten während ihres [illegible] dreijährigen unausgesetzten Aufenthalts mitten zwischen [illegible] ewigen Eise die beste Gelegenheit, das Verhalten dessel[illegible] zu beobachten. Sie nahmen wahr, dafs die Dicke des[illegible]ben stets zunahm, bis ans Ende des Monats Mai, und dafs [illegible] auf der See 10 Fufs, auf einem Teiche aber 11 Fufs er[illegible]hte. Das Wasser dicht unter dem Eise hatte eine Tem[illegible]atur von — 2°,78 C. Das Vorurtheil, als könne auf offe[illegible] See kein Eis entstehn, verwirft Scoresby gänzlich, ob[illegible] nicht zu leugnen ist, dafs die in Buchten herrschende [illegible] die Eisbildung begünstigt. Selbst im bewegten Meere [illegible] sich Eiskrystalle, die dem nicht geschmolzenen Schnee [illegible] und bei ihrem Entstehn die Oberfläche ruhig ma[illegible], bald an einander schiefsen und eine feste Decke bil[illegible] würden, wenn die Wellenbewegung dieses nicht hinderte; [illegible] Schiffer nennen dieses Gebilde *sludge*. Die Eistafeln werden [illegible] in Stücke von höchstens 3 Zoll Durchmesser zerbrochen, [illegible] sich nach dem Dickerwerden vereinigen, durch Anstofsen [illegible] und bis zu 1 Fufs Dicke und mehrern Klaftern im

1 Tagebuch einer Reise auf d. Wallfischfang u. s. w. Ueb. von [illegible] Hamb. 1825. 8. S. 249.

2 Ebend. S. 298.

3 Narrative of a Second Voyage to the Discovery cet. Lond. [illegible] 4. App.

Umfange wachsen, wo sie dann *Pancakes* (Pfannkuchen
ſsen. In ruhiger See, wie sie in jenen nördlichen Ge
wohl nur in Buchten gefunden wird, bilden sich zusa
hängende Eisdecken (*Bay-ice*), die bei heftigem Frost
nen 24 Stunden 2 bis 3 Zoll dick werden, im Verlau
Zeit aber, wenn sie liegen bleiben oder fortgetrieben w
bis zur Dicke von mehrern Fuſs anwachsen. Dieses
Buchten und zwischen den Inseln um Spitzbergen entst
theils dünnere (*light packed or drift ice*), theils dickere
packed or drift ice) Treibeis treibt stets in südwestliche
tung weiter, bis es durch Schmelzung verzehrt wird;
gen aber andere sogenannte Eisfelder nach, die oberhalb
bergen gebildet werden und von unglaublicher Ausd
sind. Vermuthlich entstehn sie in den Zwischenräume
schen den fortgetriebenen und den liegenbleibenden Eis
ihr Eis ist dicht, durchsichtig und süſses Wasser geben
vermuthlich von der zwei bis drei Fuſs hohen Schneelage h
die im Winter darauf fällt, im Sommer gröſstentheils aufthat
dann wieder gefriert. Durch Wiederholung dieses Process
sen die unermeſslichen Eisfelder entstehn, welche das Er
der Beobachter erregen. In der Regel ragen diese Eisfeld
bis sechs Fuſs über die Fläche des Wassers empor u
ungefähr 10 bis 20 Fuſs tief in das Wasser eingetaucht
che Eisfelder sind so eben, daſs ein Wagen an 10
Meilen weit über sie ohne Anstoſs hinfahren könnte, d
sten haben aber Hervorragungen (*Hummocks*), die du
schönes Farbenspiel das Einförmige der glänzenden Flä
terbrechen. In ihnen befinden sich zuweilen Oeffnung
ein völlig ruhiges Wasser einschlieſsen. Sie treiben
südlicher oder südwestlicher Richtung, selbst wenn di
de diese Bewegung nicht unterstützen oder ihr entgeg
und wenn die sie umgebenden kleinern Eisstücke s
lassen, werden sie durch die Wellen zerbrochen
Treibeis verwandelt. Zuweilen haben sie eine drehen
wegung, so daſs ihr Rand mehrere hundert Seemeilen
ner Stunde zurücklegt. Stöſst ein solches drehendes ge
ruhendes oder stoſsen zwei drehende zusammen, so w
oder es werden beide zertrümmert mit einer Gewalt,
man sich eine Vorstellung machen kann, wenn man
sichtigt, daſs ihre Massen gegen 10000 Millionen Tonn

... Einst mafs Scoresby an einer Spalte, dafs die obere ... Schneelage 3,5 F., das Eis selbst aber 12 F. Dicke ... Es giebt indefs auch kleinere Eisfelder (*Floes*) von ... Dicke, und Bay-Eis heifst es nur dann, wenn die ... einen oder wenige Fufs beträgt. So wie die *Hummocks* ... Stücken zerbrochener Eisfelder bestehn, die über die grö... Fläche geschoben sind, werden andere unter sie gedrückt ... heifsen dann Kälber (*Calfs*). Sie sind nicht selten so ..., dafs Schiffe über sie hinsegeln und sie an beiden Sei... dem Schiffe sehn, jedoch ist dieses sehr gefährlich; ... sie plötzlich auftauchen, wie häufig geschieht, kön... das Schiff beschädigen und sogar einen Schiffbruch ... Einzelne hervorragende Spitzen heifsen Zungen ...), und wenn das Treibeis in solcher Menge vereint ..., dafs man seine Ausdehnung nicht unterscheiden kann, ... es *Pack*, und zwar ein offenes, wenn die Eisstücke ... nicht berühren, ein geschlossenes, wenn sie sich be...

4) Eisberge sind eigentlich Gletscher, die aus den Thä... bis an das Meer sich erstrecken, im Sommer zum Theil ..., so dafs Gletscherströme von ihnen herabstürzen, ... Winter aber wieder wachsen und durch ihre unglaubliche ... die Bewunderung von Martin, Kranz, Phipps, Ross, ... und andern erregten[1]. Einer der gröfsten, den schon ... sah und Scoresby an derselben Stelle wieder er..., hatte eine steile Wand von 300 F. Höhe, von wel... einst eine Eismasse ins Meer rollte, die in 24 Faden ... auf dem Grunde auflag und dann noch 55 Fufs über die ...fläche des Wassers emporragte. Werden sie im Meere ...getrieben, so bilden sie die schwimmenden Eisberge oder ..., jedoch glaubt Scoresby, dafs nicht die ganze Men... der im grönländischen Meere vorhandenen diesen Ursprung ... könne, weil ihre Zahl hierfür zu grofs und ihre Di... zu stark ist, hauptsächlich bei denen, die sich in der ...strafse finden. Der gröfste, den er im grönländischen ... sah, hatte ungefähr 3000 F. im Umfange, oben eine ... F. aus dem Wasser hervorragende Fläche, und mufste un... 150 bis 160 F. tief im Wasser gehn; in der Davis-

1 Vergl. Lotta in Edinb. Phil. Journ. N. VI. p. 237.

strafse dagegen hat man sie von 2 Seemeilen lang, ¾ Se
len breit, mit Spitzen von mehr als 100 Fufs hoch u
450 F. tief ins Wasser herabgehend gesehen, ja selbs
massen mit Flächen von 5 bis 6 Quadratseemeilen und
Höhe, die in 90 bis 100 Faden Tiefe auf dem Grunde
und deren Gewicht also mehr als 2000 Mill. Tonnen b
SCORESBY meint, dafs die meisten Eisberge in Buchten,
auch im offenen Meere, gebildet werden, indem der ste
neue auf sie fallende Schnee ihre Masse zuletzt bis ins
mefsliche vermehrt. Die aus der Davisstrafse treiben s
bis zur Küste von Neufundland, wo man deren bis 210
meilen vom Orte ihres Ursprungs ankommen sieht. Ros
gegnete auf seiner Reise in die Baffinsbay dem ersten
59° N. B. Dieser war 40 F. hoch und 1000 F. lang;
nem andern ankerte er, weil er am Grunde fest lag,
bald trieb er sammt dem Schiffe westlich und fafste na
niger Zeit wieder Grund. FORSTER fand auf der süd
Halbkugel mehrere 1 bis 2 Seemeilen lange und 100 F
dem Wasser hohe und zählte am 26. Dec. 1773 vom
korbe aus deren 186, Ross aber hatte unfern der Hasen
deren 700 im Gesicht. Auf der südlichen Halbkugel ge
die Eisberge selten weiter als bis 42 oder 43 Grad S. B
lein im April 1828 wurde Treibeis in 35° S. B. und
östl. L. gesehn, im Jahre 1780 aber scheiterte das Tran
schiff The Guardian beinahe unter 44° 10′ S. B. und 4
östl. L. an einem Eisberge[1]. Die gröfsten werden vom
nicht stark bewegt und geben den Schiffen Schutz;
ist es gefährlich, an ihnen vor Anker zu gehn, weil si
weilen ihren Schwerpunct ändern und umschlagen, w
auch dann geschieht, wenn sie bei ihrer Bewegung a
Hindernifs stofsen. SCORESBY berichtet, was auch den
ländern wohl bekannt ist, dafs oft ein Schlag mit der
wenn man einen Anker daran befestigen will, einen g
Berg mit grofsem Krachen spalten macht, so dafs die M
nach der Seite umschlagen und die Boote in den Welle
graben werden. Löst sich unten ein Stück ab, so tauch
ses mit solcher Gewalt auf, dafs es Schiffen in grofser

---

1 HORSBOURGH in Phil. Trans. 1830. p. 117. Poggendorff
XVIII. 625.

gefährlich wird. Sie haben Spalten, wie die Glet-, und oben tiefe Löcher mit Wasser, aus denen die See- das Wasser vermittelst langer Schläuche in ihre Fässer . An ihrem Glanze erkennen die Schiffer sie selbst im und bei dunkler Nacht, und dieser ist so ausgezeichnet, er ungeachtet der Unwirthbarkeit, die in ihrer Nähe statt , die Bewunderung aller Beobachter erregt. Egede re- von ihren bezaubernden Farben, die er weiſs, blau und , mit dem Zusatze, daſs zwar Fabricius[1] die An- der grünen Farbe beim Treibeise geleugnet, Cranz[2] sie allerdings beobachtet habe; Ross aber berichtet, gebe keine gröſsere Farbenpracht, als die Eisberge sie dar-, denn bei Tage wie bei Nacht glänzten sie an den Stellen wie Silber und an den übrigen mit so lebhaf- Regenbogenfarben, daſs keine Kunst dieses nachzuahmen . Dieses durch Reflexion und Brechung erzeugte prismatischer und subjectiver Farben ist jedoch verschie- von dem sogenannten Eisblinken (*Ice-blink*), welches zeit sich zeigt, wenn man sich einem Eisfelde oder nur ausgedehnten Lage Packeis nähert. Es zeigt sich dann dem den Horizont berührenden Theile der Atmosphäre ein weiſser Streif, worin das ganze ausgedehnte Eisfeld, wenn es sich bis 20 oder 30 Seemeilen über den Ge- hinaus erstreckt, zum Vorschein kommt. Nach Gil-[3] ist es also eine Folge der *irdischen Strahlenbrechung*, in jenen kalten Gegenden so bedeutend stark erscheint.

5) Hans Egede Saabye[4], welcher als Prediger auf ei- dänischen Colonie in Grönland verweilte, theilt unter an- sehr interessante Nachrichten über das Verhalten der Eis- mit. Hauptsächlich lernte er diejenigen kennen, die ch in dem Isefiord befinden und von denen einige nach von ihm 200 bis 300 Faden unter das Wasser hin- reichen sollen. Hier bilden sich allerdings Gletscher, die über das Meer hinausragen, fortwährend gröſser werden,

1 Neue Schriften d. K. dän. Ges. d. Wiss. Th. III. S. 67.
2 Historie von Grönland. S. 35.
3 G. LXII. 52.
4 Bruchstücke eines Tagebuchs, gehalten in Grönland von 1770 1778. Ueb. von Fries. Hamb. 1817. 8.

und von denen dann zuweilen enorme Stücke sich abl
ins Meer fallen, einigemal sich umwälzen und endlich
hergestelltem Gleichgewichte als schwimmende Eisberge
fortbewegen. Gewöhnlich setzen sie dann durch die i
See erzeugten Schwankungen auch die übrigen vorhan
Eisberge in Bewegung, die dann weiter in die See tr
Nach EGEDE und SCORESBY rührt ihre oben bereits erw
Brüchigkeit von einem Lockerwerden bei beginnender Sc
zung her, was mir jedoch mit der Natur des Eises unve
lich scheint, und ich möchte sie lieber für eine Folg
Sprödigkeit halten, die durch ungleiche Temperatur sch
ihrer Entstehung erzeugt ist, wie bei den Glasthränen
Bologneser Flaschen. Sie kündigen daher die Neigu
bersten vorher durch ein Krachen an, was SCORESBY fü
Folge der Erweichung oder einer innern Ausdehnung
In einem solchen Zustande reicht aber schon ein blofser
hin, um zerborstene Stücke herabfallen zu machen. Sc
ren einst 7 Menschen in einem Boote durch den Isefior
sich so ruhig hielten, dafs sie selbst den Ruderschlag v
den; als aber ein Knabe mit einer zwei Fufs langen
stütze auf das ausgespannte Fell des Kahnes schlug,
ein Stück vom nächsten Eisberge herab und alle kam
den Wellen um. Solche Ereignisse tragen sich nicht
zu, weil die Grönländer die Seehunde in der Nähe de
berge, ihrem Lieblingsaufenthalte, aufsuchen und fangen.
SCORESBY erzählt, dafs einst ein Capitain, begleitet v
nem Matrosen, mit einer Axt auf einen Eisberg hieb
einen Anker zu befestigen; allein der Eisberg spaltete i
Theile, der Capitain hielt sich an der Spitze des eine
ckes, der Matrose aber wurde vom aufbrausenden Was
an das in der Nähe haltende Boot geschleudert[1]. A
andern Seite wird aber das Eis auch brüchig durch
Kälte, wie nicht leicht jemand besser beobachten konnt
Capitain Ross[2] bei seinem mehrjährigen Aufenthalte zu
thia Felix. Wenn die Temperatur unter — 18° C. hera
so begann das Krachen der Eisberge und man hör

1 Tagebuch einer Reise u. s. w. S. 305.

2 Narrative of a Second Voyage cet. Lond. 1835. 4.
CXVI.

nehmender Kälte das furchtbare Getöse, worauf dann im Frühjahr die Stücke dieser enormen Massen wie Bruchstücke durch Erdbeben zerstörter Berge umherlagen.

45) Das Eis widersteht oft den Wellen mit ausnehmender Stärke und sichert die davon eingeschlossenen Schiffe vollkommen gegen ihre Gewalt; ist aber ein Eisfeld einmal durchbrochen und in gröſsere Stücke verwandelt, so verschwindet das Eis mit unglaublicher Schnelligkeit. Hierbei scheint die ungleiche Festigkeit des Eises bedingend zu seyn, jedoch in der Beziehung, daſs das ältere und sprödere Eis durch unbedeutende Wellen zerbrochen wird, während jüngeres, biegsameres länger widersteht; vielleicht sind auch die Strömungen des warmen Wassers von einigem Einfluſs, hauptsächlich aber ist zu berücksichtigen, daſs der kurze Wellenschlag die eingetrennten Stücke an einander zerreibt. Auf diese Weise verschwindet Eis, welches die Wallfischfänger wochenlang umschlossen hat, in wenigen Stunden, und eine unübersehbare Fläche von zusammenhängendem Bay-Eise, in welcher das Schiff unbeweglich festsitzt, verwandelt sich in einer Zeit in offenes Meer, worin die Wellen mit kleinen Eisstücken spielen. Die regelmäſsige Strömung des Eises von Nordost nach Südwest, wie Ross, Scoresby und die zahlreichen Grönlandsfahrer sie unzählig oft beobachtet haben, das Fortkommen der Eisfelder und ihr Ersetztwerden durch neue ist jedoch nur eine Eigenthümlichkeit des grönländischen Meeres und der Baffinsbay; das Eis des sibirischen Polarmeeres dagegen, welches noch anhaltender während eines länger dauernden ununterbrochenen Aufenthalts durch v. Wrangel[1] und dessen beobachtet worden ist, bietet eine unübersehbare, dem sibirischen Festlandes ähnliche Ebene dar, auf welcher Schneehügel, wie niedrige Berge, zusammengeweht sind. An den Küsten thauet es im Sommer meistens auf und die offenen Stellen sind mit Treibeis und Eisbergen angefüllt, die den oben beschriebenen ähnliche Erscheinungen zeigen, an einigen von den Fluſsmündungen entfernten Stellen wird jedoch das Ufer wahrscheinlich niemals frei. Ueber der ebenen

1 Physikalische Beobachtungen des Capitain-Lieutenant Baron Wrangel während seiner Reise auf d. Eismeere in d. Jahren 1821, ... u. 1823, herausg. von G. F. Parrot. Berl. 1827.

Fläche erheben sich dann die unordentlich über einander
häuften Eisschollen, *Torossen* genannt, bis zu 80 Fuſs h
deren Eis ein weniger salzhaltiges Wasser liefert, als da
gentliche Meereis, und deren Bildung groſsentheils den
aufhaufenden Schneelagen beizumessen ist, doch sollen
darin befindliche Schollen nach der Meinung der Küst
wohner aus Fluſseis bestehn. Sie verdanken ihren Urs
den Eisschollen, die vom Winde getrieben sich auf ein
schieben, zuweilen auch unter andere getrieben diese le
in die Höhe heben. Als sehr wichtig ist vorzugswei
Auskunft zu betrachten, welche jene Reisenden über die
nen Stellen im Eise gegeben haben, die man dort *Po*
nennt. Es ist in der That merkwürdig, mitten in den
sehbaren Eisflächen in den Regionen des ewigen Frostes
sogar mitten im Winter auf offenes Fahrwasser zu st
welches vom Eise, wie von einem Continente, umgeb
und in welchem bald kleine Wellen die glatte Ober
kräuseln, bald hohe durch die Gewalt der Stürme hoch
gethürmt werden. Eine solche groſse, beständig offene
fängt an der Nordwestküste von Kotelnoy an und er
sich anscheinend in südöstlicher Richtung bis auf 270 geogr. M
indem sie so weit in verschiedenen Jahren stets von andern
achtern wirklich gesehn worden ist, ohne daſs man weiſs, o
Länge nicht noch bedeutender ist. Wie groſs ihre Breite
mag, konnte bis jetzt nicht ausgemittelt werden, indem s
Versuche, weiter nach Norden vorzudringen, die nu
Schlitten, von Hunden gezogen, gemacht werden, hi
Am Rande befindet sich dünnes Eis und man bemerkt
deutlich eine Strömung, die als Wirkung der Ebbe und
angesehn wird, dagegen beträgt die Dicke des Eises a
Küste, die es ruhig liegend in einem Winter erreicht, d
gängig 9 bis 10 F. engl. Auſser dieser groſsen Polinje
es noch viele kleinere in der unabsehbaren Eisfläche, di
2,5 bis etwa 4 Werst lang und 1,5 Werst oder darüber
sind. Sie laufen in der Regel von N. W. nach S. O., g
ren zuweilen und es entstehn andere, ja dieser W
scheint unter sich in Verbindung zu stehn. Am Rand
Polinjen trifft man stets Torossen.

47) Aus v. Wrangel's Beschreibung ist nicht gen
sichtlich, ob die Torossen bloſs auf der Oberfläche des

ste, was jedoch bei dem enormen Gewichte einer bis 80 Fuſs Höhe aufgethürmten Eismasse kaum denkbar ist, oder ob sie, wie die Eisberge, in das Wasser hinabreichen; Parrot dagegen nimmt das Letztere an, und dann folgt von selbst, dass die grofsen auf dem Boden ruhn, da die gröſste gemessene Tiefe jenes sibirischen Meeres nur 161 Fuſs beträgt, was dann auch mit der Angabe der Bewohner jener Küsten übereinstimmt, wonach einige derselben ihren Ort nicht verlassen und also auf dem Grunde festsitzen müssen. Die Zeichnung eines solchen grofsen Torosse versinnlicht ihre Gestalt, die sich von der gewöhnlicher Eisberge sehr unterscheidet, und es wird zugleich dadurch deutlich, daſs sie aus lauter aufgehäuften Eisschollen, die höchstens 42 Zoll dick und zuweilen regelmäſsig über einander geschichtet sind, bestehn. Ihre Bildung ist ohne Widerrede räthselhaft. Nach Parrot werden sie aus dem nördlichern Theile des Meeres hergetrieben; es scheint jedoch, als ob sie auch aus zusammengefrornen Eisschollen gebildet seyen. Dabei wäre es dann unmöglich, daſs sie durch blosses Uebereinanderschieben derselben zu einer solchen Höhe erwachsen könnten, inzwischen werden diese auch sicher untereinander geschoben, frieren an einander fest, bewirken hierdurch ein Umschlagen der Masse, wodurch andere aufgerissene in die Höhe gehoben werden, und vor allen Dingen entstehn einzelne Lagen durch den Schnee, der sich auf ihnen aufhäuft und durch partielle Schmelzung und nachfolgendes Gefrieren in Eis verwandelt wird. Die kleinen Torossen sind der Zeichnung nach nichts anderes, als einige aufgehäufte Bruchstücke von Eisschollen, womit dann auch ihre Anwesenheit an den Rändern der Polinjen vollkommen in Einklang steht. Die Polinjen selbst sind gleichfalls sehr interessant und um so mehr, als die freie Straſse, worin Parry so weit westwärts zu segeln vermochte, vielleicht nichts anderes, als eine damals offene, bei der frühern Untersuchung durch Ross aber noch verschlossene Polinje war, die aufgefundene grofse Polinje des sibirischen Eismeers aber die Möglichkeit einer Fahrt von Nova-Zembla bis zur Behringsstraſse geben könnte, die jedoch keinen andern, als einigen wissenschaftlichen Nutzen gewähren würde. Ihren Ursprung zu erklären bleibt bei den mit unsäglichen Aufopferungen erhaltenen, aber dennoch stets mangelhaften Beobachtungen eine schwierige Aufgabe. Im Allge-

Fig. 254.

meinen kann man jedoch, nach der Ansicht PARROT's, an
men, dafs eine so ausgedehnte Meeresfläche sich unmö
unter eine zusammenhängende Eisdecke bannen läfst, viel
mufs die wogende und stets strömende, namentlich auch d
wechselnde Fluth bewegte Masse sich an den schwäc
Stellen Luft machen und die Bruchstücke ihrer zerspre
Bedeckung unter und über die widerstehende Eisfläche tre
Dazu kommt dann noch ohne Zweifel das an einigen St
vom Boden aufsteigende wärmere Wasser und die Ge
womit bei einmal durchbrochenen Stellen der Wind das V
ser gegen die Ränder des Eises treibt, woraus die allge
gefundene längliche Gestalt derselben folgt, die bei der gr
Polinje ohne Zweifel durch die den Küsten Sibiriens und N
america's ungefähr parallele wechselnde Strömung des M
bedingt wird.

48) Eine dritte Eigenthümlichkeit, welche v. WRA
auf den Eisflächen des sibirischen Polarmeeres aufgefu
hat, ist die Ausscheidung von Seesalz, welches sich fast i
all dort findet, wo die Fläche nicht mit einer dicken Sch
schicht bedeckt ist, hauptsächlich über dünnem Eise
in der Nähe offener Stellen, so dafs es sich durch eine
Zoll hohe Schneeschicht zeigt. Befindet sich dieses Salz,
Rossol genannt, über festem und trocknem Eise, so bild
kleine Häufchen von 0,1 Zoll Höhe und 0,2 Z. Durchme
die aus kleinen Körnchen bestehn und durch Streifen
nämlichen Salzes mit einander verbunden sind. An sch
freien Stellen frifst dieses Salz sich in das Eis ein und m
es brüchig, ohne Zweifel in Folge einer Schmelzung, wi
der künstlichen Kälte-Erzeugung; ist es aber mit Schnee
deckt, so steigt es in diesem auf. Seinen Ursprung ver
dieses bittere Kochsalz nach PARROT ohne Zweifel dem
wasser, welches aus den freien Stellen durch die Winde
die Oberfläche des Eises getrieben wird, dort durch die
tige Kälte sogleich gefriert, wobei das so entstehende Eis
mit dem schon vorhandenen verbindet, das hierdurch au
schiedene Salz aber krystallisirt, mit bedeutendem Einfluss
Verdunstung, die durch die Trockenheit der herbeigefül
Luft ungeachtet der hohen Kälte ausnehmend grofs seyn mu

49) Die Gestalt der Eisberge ist zwar so mannig
und kann so leicht vorgestellt werden, wenn man das d

... Aufhäufen neuer Lagen bis ins Unglaubliche gesteigerte ... der regellos geformten Massen berücksichtigt, die ... Allgemeinen als zackige Bergspitzen erscheinen; inzwischen ... sich unter denen, die namentlich Ross als ungewöhn... gestaltet einer Abzeichnung werth erachtet hat, zwei, die ... wohl verdienen versinnlicht zu werden. Der eine Eisberg ... einem schräg stehenden Felshorn, der andere ist noch ... durch eine weite Durchfahrt, die als ein großes ... Thor erscheint[1]. Fig. 255. u. 256.

50) Nach den bisher gepflogenen Untersuchungen ver... die Frage über das Gefrieren des Seewassers und den ... des daraus gebildeten Eises den Einfluss der Wi... die sich früher ihrer Beantwortung entgegenstell... Dass das Meereis süsses Wasser gebe, bemerkte schon ... Bartholinus[2], und Robert Boyle[3] erwähnte, dass ... Brauer zu Amsterdam das Wasser des Meereises zum Biere ..., Samuel Reiher[4] aber stellte eigends eine Reihe ... Versuchen hierüber an, woraus hervorging, dass nicht ... das aus dem geschmolzenen Meereise erhaltene, sondern ... das unmittelbar unter demselben befindliche Wasser süss ... Auch dieses Letztere ist seitdem vielfach bestätigt worden und ... muss daher annehmen, dass entweder dieses Wasser aus ... geschmolzenem Eise entstanden sey und sich als spec. leichter ... dem Salzwasser erhalten habe, oder dass sich schon vor ... der beginnenden eigentlichen Krystallisation das Salz bei vor... tiefem Wasser herabsenke und im Begriff zu Ge... seyendes süsses Wasser zurücklasse. Hieraus wird dann ... sehr geringe spec. Gewicht erklärlich, welches das von ... untersuchte Wasser aus Meereis oder das in der ... desselben geschöpfte zeigte, wie folgende Uebersicht ...

1 Beschreibungen und Zeichnungen von Eisbergen finden sich in G. W. Manby Journal of a Voyage to Greenland. Sec. ed. Lond. 1823. 8.

2 De nivis usu medico observ. variae, acc. Erasmi Bartholini de ... nivis Diss. Hafn. 1661.

3 New experiments and observations touching Cold. Lond. 1665. 4. p. 59.

4 S. Reyheri J. C. et mathematici Kiliensis experimentum novum, ... aquae marinae dulcedo examinata describitur. Kiliae 1697. 4. Vergl. ... in Gren Journ. d. Ph. Th. IV. S. 188.

No.	Breite	Länge	Monat	spec. Gew.	Beobachter
1	75°54'	65°32' W.	—	1,00000	Ross
2	80 28	10 20 O.	—	1,00017	Franklin
3	79 56	11 30 —	21. Jul.	1,00060	Franklin
4	79 38	11 — —	Aug.	1,00015	Franklin
5	76 48	13 40 —	25. Mai	1,00235	Franklin
6	75 40	61 20 —	31. Juli	1,00015	Parry

Hierunter war No. 1 von einem Eisberge, 4 engl. Me vom Lande; No. 2 Wasser von der Oberfläche, als das S vom Eise umschlossen war, und es zeigte nicht weniger 0°,25 C. Wärme; No. 3 war von einem kleinen Eisf (*floe*), welches 19 F. unter das Wasser herabging; No. 4 von einem ungeheuern Eisberge; No. 5 wurde von einer k nen Scholle Treibeis geschöpft, ungefähr 20 engl. Meilen Spitzbergen, wo die Sondirung 600 Faden zeigte und die L temperatur nur —1°,67 C. betrug; No. 6 endlich war von Oberfläche frischen, nur ungefähr ½ Zoll dicken Eises schöpft. Scoresby glaubt, dafs im Eise des Meeres, a wenn es locker ist, kein Salz anwesend sey, aufser wa Seewasser in seinen Poren zurückbleibt. Dennoch untersch det sich das lockere Seewassereis von dem festern Süfswass eise und wird auch von den Seefahrern als solches un schieden, welches kein trinkbares und welches trinkb Wasser liefert. Letzteres erhält man von dem Eise, welc über die Oberfläche des Wassers hervorragt oder auch u dem Wasser lange gefroren erscheint, ersteres von dem schen Eise. Das spec. Gewicht des Eises gegen Wasser 0° C. setzt Scoresby[1] im Maximum auf 0,925 und im M nimum auf 0,915, im Mittel also = 0,92, so dafs im süf Wasser der hervorragende Theil zu dem eingesenkten sich 1 : 11,5 verhält, gegen Seewasser von Spitzbergens Küste 1°,67 C. Temperatur ist dasselbe jedoch 0,894 bis 0,900 u das Verhältnifs des hervorragenden Theils zum eingesenk wie 1 : 8,2. Das Gewicht eines Kubikzolls dichten Eises b trägt 231,5 Grains, ein gleiches Volumen von Seewasser dem grönländischen Meere, dessen spec. Gew. bei 60° (15°,56 C.) = 1,0264 ist, wiegt bei 0° C. 259,58 Grai

1 Vergl. Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang. Ueb. v Kries. Hamb. 1825. S. 410.

... ist das Verhältnifs 8,97 oder nahe 9:8. So bedeutend ...gens die Unterschiede unter den verschiedenen Sorten des ...r oder minder blasigen, festeren und lockeren Eises seyn ...gen, so darf man doch wegen der sorgfältigen Genauigkeit ... genannten Beobachters dieses gefundene Verhältnifs als ... mittleres sehr richtiges annehmen.

Ueber die Frage, wie hoch das Polareis hinaufreiche, ob ... den Polen offenes Meer, Eis oder Land sey, ist bereits ...en[1] geredet worden und bei der speciellen Untersuchung ... Temperatur auf der Oberfläche unserer Erde mufs noch ein... ...isen gehandelt werden, weswegen ich diesen Gegen...stand hier übergehe.

II. Durchsichtigkeit und Farbe des Meeres.

51) Das Meerwasser ist im allgemeinen und bei der Ab...wesenheit trübender Substanzen sehr klar, so dafs der Ver...lust, welchen das durchfallende Licht bei geringer Dicke der ...gegebenen Schicht erleidet, kaum oder mindestens nicht auf...fallend bemerkt wird und dasselbe daher in geringen Mengen, ... z. B. in Trinkgläsern, als völlig durchsichtig erscheint. Ei...niger Lichtverlust mufs aber nothwendig statt finden und Bou...guer[2] setzt diesen für eine Schicht von 10 Fufs Dicke $=5:3$ ...oder $=50:35$, woraus er dann folgert, dafs das Meer in ...679 Fufs Tiefe ganz undurchsichtig sey. Hiermit stimmen ...im ganzen Lambert's[3] Angaben überein. Inzwischen zeigt ...das Seewasser eine ungleiche und zuweilen sehr überraschen...de Durchsichtigkeit, die mir eine Folge der Ruhe und des ...hieraus hervorgehenden Niederfallens der durch die Wellen ...selbst aus bedeutender Tiefe aufgerührten und weithin fortge...führten, verunreinigenden Bestandtheile zu seyn scheint. Diese ...Ursache mag mitwirkend seyn, dafs das Meer unter niederen ...Breiten weit durchsichtiger ist, als unter höheren, hauptsäch...lich wenn es zwischen und neben den Inseln vorzüglich ru...hig ist, indem dort die Stürme zwar aufserordentlich heftig, zu-

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1113.
2 Traité d'Optique sur la gradation de la lumière. p. 65.
3 Photometria §. 468.

gleich aber selten sind. Die Klarheit des Meerwassers
den westindischen Inseln fand schon COLUMBUS auffall
SCHÖPF[1] aber wurde dadurch entzückt, dafs er den wei
Boden bis auf 60 Fufs Tiefe erkennen konnte. Das B
worin man fährt, sagt er, schwebt über einer krystalli
Flüssigkeit und scheint in der Luft zu hängen, so dafs
Ungewohnten leicht schwindelt. Auf dem reinen Sande
Bodens sieht man unter sich tausenderlei Gewürm, Seei
Seesterne, Schnecken und vielartige Fische von so schö
Farben, als man bei diesen Thieren in Europa kaum den
findet. Brennendes Roth, reinstes Blau, Grün und Gelb we
seln, man schwebt über ganzen Waldungen von Seepflan
Gorgonien, Korallen, Alcyonen, Flabellen und Schwamm
wächsen, die durch ihr Farbenspiel das Auge nicht mi
ergötzen und von den Wellen ebenso sanft bewegt wer
als die schönste Vegetation eines blumenreichen Gefildes
der Erde. Zugleich täuscht sich das Auge über die T
indem man glaubt, Pflanzen mit der Hand pflücken zu kön
die mit einem zehn Fufs langen Ruder nicht erreichbar
Nach HORSBOURGH[2] sieht man dort den Meeresboden
deutlich in einer Tiefe von 15 bis 20 Faden, wenn er
vielfarbigen Corallen oder aus Sand mit Corallen gemi
besteht. In verschiedenen Theilen des indischen Meeres
terscheidet man den Grund noch tiefer, z. B. bei Mindor
kannte er die gefleckten Corallen in 25 Faden Tiefe. Auf
Schiffe Coquille wurden eigends Versuche über die Du
sichtigkeit des Meerwassers an verschiedenen Orten anges
die darin bestanden, dafs ein weifses Bret in horizontaler
an Schnüren herabgelassen und dann die Tiefe gemessen
de, wo es aufhörte sichtbar zu seyn. Dieses fand stat
der Insel Waigion in 59 Fufs Tiefe und bei ganz hei
Himmel in 75,3 Fufs, bei Port-Jackson in 38,3 Fufs,
Neuseeland in 35 Fufs und bei Ascension zwischen 28 un
Fufs Tiefe. Noch auffallender aber ist, dafs WOOD 167
Tiefe der See bei Nova-Zembla 80 Faden fand und
noch nicht blofs den Boden, sondern selbst auf dem Gr

---

1 Taschenbuch d. Reisen von ZIMMERMANN.

2 Journ. of the Roy. Inst. N. XLIII. p. 224. Vergl. G. XX
51.

-gende Muscheln sehen konnte[1]. Aus dieser grofsen Transparenz des Seewassers ist erklärlich, dafs die convexen Linsen über der Taucherglocken in 25 Fufs Tiefe noch als Brenngläser wirken, weil ungeachtet der Absorption des Lichtes durch das Wasser immer noch genug vorhanden ist, um zu einem erhitzenden Focus vereinigt zu werden.

52) Die Farbe des Meeres wird verschieden bezeichnet, sie ist nicht stets gleich, man hat sich vielfach bemüht, die Veränderlichkeit derselben zu erklären, allein bis jetzt ist dieses noch nicht vollständig gelungen, so dafs einer der geprüftesten Beurtheiler dieser Sache, AL. v. HUMBOLDT, obgleich als eigener Beobachter und mit hinlänglichen theoretischen Kenntnissen ausgerüstet, das Problem für ein schwieriges und noch nicht vollkommen gelöstes erklärt. Handelt es sich zuvörderst um die Farbe des Meeres im Allgemeinen und ohne Einflufs irgend bedingender Umstände, so ist das Seewasser nach SCORESBY[2] ebenso klar und durchsichtig, als das der reinsten Quellen, und blofs bei hinlänglicher Tiefe tritt eine bestimmte und unveränderliche Farbe hervor, nämlich Ultramarinblau, die nur sehr wenig von der der reinen Atmosphäre verschieden ist und dadurch entstehn soll, dafs die auffallenden Lichtstrahlen verschluckt, die blauen aber zurückgeworfen werden. Um hierüber sicherer zu urtheilen und die Täuschungen zu entfernen, die durch den Einflufs der Sonnenstrahlen und der Wolken erzeugt werden, soll man das Meer durch ein langes, inwendig geschwärztes Rohr betrachten, welches bis fast zur Oberfläche hinabreicht, um die seitwärts einfallenden Lichtstrahlen abzuhalten, die Täuschungen zu entfernen, und dann werde man die eigentliche blaue Farbe der See genau wahrnehmen. V. HUMBOLDT[3] stimmt hiermit in gewisser Beziehung überein. Zur Messung der Farbe des Meeres bediente er sich des *Kyanometers*[4], obwohl die Farbe des Meeres meistens grün ist, blofs um die Tiefe der Färbung zu vergleichen, und er fand bei schönem, heiterem Wetter die Tiefe dem 33sten, dem 38sten, selbst dem 41sten

1 SCORESBY Account T. I. p. 181.
2 Account of the Arctic Regions. T. I. p. 173 ff.
3 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 384.
4 S. *Kyanometer*. Bd. V. S. 1367.

Grade jenes Instrumentes gleich, ungeachtet das Himme
wölbe sehr blafs war und kaum den 14ten oder 15ten
erreichte. Es heifst dann weiter: „Wenn man, stat
„Kyanometer gegen eine grofse Fläche des offenen Meer
„richten, die Augen auf einen kleinen Theil der Oberf
„durch eine enge Oeffnung heftet, so erscheint das Wasse
„einer prächtigen Ultramarinfarbe."

Hier hätten wir also zwei gewichtige Zeugnisse, u
liefsen sich deren noch eine Menge sonstige beibringen,
nach das Meerwasser blau und obendrein dunkler, als das
melblau, nämlich ultramarinblau seyn soll. Es würde
nicht schwer seyn, gewichtige Zeugnisse auch dafür auf
den, dafs die Farbe des Meeres grün sey, denn man ha
gar den Ausdruck meergrün, eine nach dem Ausseh
Meeres bezeichnete Farbe, und ich selbst gestehe, da
nach eigener Ansicht eher grün als blau zur Bezeichnun
Farbe des Meeres wählen würde. Für die blaue Farbe
scheidet allerdings der Umstand, dafs dicke Stücke Eis
eine schwach bläuliche, als eine grünliche Farbe zeigen
lein der bekannte Versuch Halley's[1], welcher in der
cherglocke das reflectirte Licht rosenroth sah, deutet auf
und zwar eigentliches Grün, dessen complementäre Farbe
senroth ist. V. Humboldt selbst sagt: „wenn gegen A
„der von der Sonne erleuchtete Rand der Wellen sma
„grün glänzt," und weiterhin erklärt er sich entschieden
gegen, die grüne Farbe des Wassers von den gelben Str
des Bodens und den durch das Wasser zurückgeworfenen b
abzuleiten, wie man versucht hat[2], denn, sagt er: „das
„ist oft auf offener See grün, wo es über 800 Toisen
„hat," auch nennt er die Farbe des Eises in grofsen M
schön bläulich grün, und man könnte sonach auf die A
tät dieses berühmten Naturforschers gestützt das Meerw
mit ebenso vielem Rechte grün, als blau nennen. Nac
Davy[3] hat auch das reinste Wasser der Gletscher, we

1 Newton Optice. Lib. II. P. 1. prop. 10.

2 Décade égyptienne T. I. p. 101.

3 Edinb. Journ. of Science N. XVIII. p. 324. Daraus W
Zeitschr. Th. V. S. 324. Vergl. Davy's Salmonia or Days of Fly-Fi
Lond. 1828. 8. Biblioth. univ. T. XI. p. 114.

alle eingeschlossen durch nichts getrübt ist, eine schwach grünblauliche Farbe, welche in den Seen und Flüssen durch Beimischung gelblicher Pflanzen- und erdiger Theile grün wird, und so müfste auch das Seewasser durch die vielen in ihm befindlichen Theile aus allen drei Naturreichen eine gelbliche Farbe annehmen; auf jeden Fall aber wäre eine solche Färbung, wollte man sie als blau oder als grün bezeichnen, viel zu schwach, um die Tiefe der Färbung des Meeres genügend zu erklären, um so mehr, als nach dem, was über die Durchsichtigkeit desselben gesagt worden ist, die in zunehmender Tiefe, bis zum Verschwinden alles durchgehenden Lichtes gesehenen weifsen und beliebig gefärbten Gegenstände die Farben des Meeres nicht annehmen, wie nothwendig geschehn müfste, wenn dieses den hierzu erforderlichen Grad der Tiefe hätte.

53) Wenn ich alles dieses und besonders das so eben angeführte unwiderlegliche Argument berücksichtige und zugleich auf eigene mehrfache Beobachtungen baue, so komme ich stets wieder auf dasjenige zurück, was ich bereits wiederholt gesagt habe[1]. Hiernach ist das Wasser der Seen und des Meeres allerdings etwas wenig grün gefärbt, letzteres mehr als ersteres, und wenn man daher dasselbe vom Ufer oder von einem Schiffe aus ohne den Einflufs sonstiger Bedingungen betrachtet, so dafs das tiefer eingedrungene und reflectirte Licht ins Auge gelangt, so erkennt man leicht diese schwache bläulich-grüne Färbung. Allein nur selten ist dieses der Fall; denn wenn man dasselbe aus gröfserer Ferne sieht, indem die eine Färbung bedingenden Umstände fast nie fehlen, so nimmt man in der Regel einen vielfachen Farbenwechsel bei den verschiedenen Theilen desselben und in ungleichen, nicht weit auseinander liegenden Zeiten wahr. Das blofs von der Oberfläche zurückgeworfene Licht ist weifs und meistens blendend; bei trübem Himmel oder bei überall vorhandenem wenigem Lichte dagegen ist das Meer, als spiegelnd und wenig Licht reflectirend, dunkel. Ueberhaupt erscheint es daher zu der nämlichen Zeit an verschiedenen Stellen je nach der gröfsern oder geringern Menge des reflectirten Lichtes heller oder dunkler.

1 Vergl. *Atmosphäre*. Bd. I. S. 500. und die Nachträge im Art. Meteorologie. Dann Art. *See*.

Gespiegelte Gegenstände behalten ihre natürliche Farbe; ü
gens aber sind die blaue und die grüne Farbe vorherrsch
in verschiedenen Abstufungen vom Hellsten bis zum Dunk
sten, so dafs namentlich der Anblick etwas hoher und üb
schlagender Wellen mit ihren weifsen Kämmen an den
schatteten oder nur minder erleuchteten Stellen ein tiefes,
Schwarze übergehendes Blau erzeugen, welches von helle
ins Röthliche spielenden Stellen begrenzt ohne Zweifel
Griechen Veranlassung gab, das Meer purpurn zu nen
Die Beobachtung ergiebt, dafs diese Färbung vom Stande
Sonne und der Intensität ihres Lichtes, von der Farbe
Himmels und der Wolken und von dem Einflusse des Li
tes anderweitiger verschieden erleuchteter Gegenstände auf
Auge abhängt, weswegen ich geneigt bin, sie ganz oder m
destens gröfstentheils für subjectiv zu halten. Das helle
weifse, ins Gelbe durch seine Intensität spielende Tagsl
giebt in dem schwachen reflectirten Lichte das Blau herv
stechend, welches durch den starken Reiz des rothen Lich
mit Unterstützung der schwachen Farbe des Meeres selbst
Grün erzeugt, wodurch die Hauptsache erklärt ist, ind
die Uebergänge aus dem Helleren ins Dunklere und um
kehrt aus der Theorie der subjectiven Farben von se
folgen.

Die Angaben v. Humboldt's stimmen mit dieser
sicht sehr wohl überein. Wäre die Farbe, in welcher
Meer uns erscheint, geradezu die Folge einer eigentlic
Färbung, so könnte es unter verschiedenen Bedingungen w
heller oder dunkler, aber es könnte nicht anders gefärbt
scheinen. Scoresby nennt das Meer ultramarinblau, und
Widerrede zeigen sich oft beim Wellenschlage einzelne St
len in wenigem Lichte, wenn andere in der Nähe stark
leuchtet sind, tief indigoblau; aber warum kommt diese F
nicht zum Vorschein, wenn das Licht bis 100 Fufs tief
einen weifsen Boden fällt und von diesem reflectirt zum A
gelangt, mithin im Ganzen durch eine 200 Fufs dicke Sch
gedrungen ist? Hier haben wir den nämlichen Fall als
der Atmosphäre, die uns bei gröfster Reinheit tief blau,
schwarz, erscheint, ohne dem von einer meilenweit entfe
ten weifsen Wand reflectirten Lichte die schwächste Spur
ner blauen Färbung mitzutheilen. V. Humboldt deutet gle

diese Hypothese an, indem er sagt, dafs einige Gelehrte, z. B. La Hire[1] und v. Goethe[2], das Blau des Himmels als Schwarz des Raumes, getrübt durch Dünste, betrachten und dafs sie diese Erklärung auch auf die blaue Farbe des Meeres anwenden könnten; allein die Aehnlichkeit beider Erscheinungen abgerechnet dürfte diese Theorie jetzt schwerlich noch Beifall finden. Nach v. Humboldt sind die Meere der Tropen von einem reinern und stärkern Blau, als die Meere unter höhern Breiten, ein Unterschied, welcher sich namentlich beim Golphstrome wahrnehmen läfst. Auffallend findet derselbe ferner die schnellen Veränderungen, welche die Farbe des Meeres bei heiterem Himmel und ohne den geringsten Wechsel in der Atmosphäre erleidet, indem mitten im weiten Becken des Aequinoctial-Oceans die indigblaue Farbe desselben ins dunkelste Grün und von diesem in Schiefergrün übergeht. Wenn aber ferner behauptet wird, die blaue Tinte des Oceans sey vom Reflex des Himmels beinahe unabhängig, indem auch dann die blaue Färbung bleibt, wenn bei schönem Wetter mehr als vier Fünftheile des Himmels mit leichten weißen und zerstreuten Wolken bedeckt sind, so läfst sich dieses wohl zunächst nur daraus erklären, dafs in jenen tropischen Gegenden bei grofser Reinheit der Atmosphäre die Intensität des Lichts nur wenig durch das leichte Gewölk, der weiten Ausbreitung ungeachtet, geschwächt wird; denn Scoresby sagt dagegen, dafs ein bedeutender Theil der Färbung des Meeres auf Täuschung beruhe[3] und vom Einflusse der Sonne sowohl als auch der Färbung der Wolken abhänge, so dafs, von der Ferne gesehn, die Farbe des Meeres mit der der Wolken wechselt und selbst leichte Wolken eine bräunliche oder schwärzliche Färbung erzeugen. Im Ganzen erstreckt sich jedoch dieser Einflufs vorzüglich nur auf einen Wechsel der dunklern oder hellern Färbung, indem das eigentliche Blau des Meerwassers unter allen Umständen, bei Windstille und Sturm, heiterem oder trübem Wetter, Reinheit oder Bedecktheit des Himmels bleibt. Diese Behauptung würde jedoch mit den Erfahrungen aller andern Beobachter im Widerspruch stehn,

1 Mém. de l'Acad. T. IX. p. 615.
2 Farbenlehre. Bd. I. S. 59.
3 Dieses sagt wohl nichts anderes, als sie sey subjectiv.

wenn man vergäfse, dafs hier blofs von der durch ein la
geschwärztes Rohr wahrgenommenen Farbe die Rede ist.

54) Das schöne tiefe Blau des atlantischen und an
Meere wird blasser, wenn die Tiefe des Meeres in der
der Küsten abnimmt, theils weil dann die Reinheit ger
ist, theils weil mehr weifses Licht von dem Grunde ref
wird, und die Seefahrer beachten daher den Farbenwech
unbekannten Meeren, um Untiefen oder Strömungen daran
zunehmen. Das Wasser der Nordsee hat einen grünli
Schein, wie schon Pontoppidan bemerkte, vermuthli
Folge geringerer Reinheit, und überhaupt wird die Farb
Meeres an einzelnen Stellen, namentlich unweit der Mün
gen grofser Flüsse, durch mancherlei Ursachen bedingt. Br
sah einst in der Gegend von Sumatra die See röthlich ge
was bei näherer Untersuchung sich als eine Folge von
tabilischen Stoffen zeigte, die aus den Wäldern herbeig
waren. In andern Fällen erhielten einzelne Striche des
res eine rothe Färbung durch kleine Thiere, die für K
gehalten wurden. Ueberhaupt aber sind Trübungen und
bungen einzelner Parthieen im Meere, wenn sie noch
drein bald vorübergehn, meistens an sich so unbedeuten
aus nahe liegenden Ursachen so leicht zu erklären, da
Seefahrer es nicht für der Mühe werth halten, vorzü
Aufmerksamkeit darauf zu richten und die Thatsache au
zuzeichnen. Scoresby[2] erwähnt von seinen vielen See
nur eine einzige, ihm wiederholt vorgekommene, höchst
würdige, partielle Färbung. Hiernach ist das grönlän
Meer gewöhnlich ultramarinblau, an einzelnen Stelle
olivengrün und auffallend undurchsichtig. Schon H
machte 1607 die Bemerkung, dafs das Wasser jener Me
den vom Eise freien Stellen diese Farbe häufig habe,
war das Zusammentreffen der Färbung und des Freiseyn
Eise nur zufällig, indem das olivengrüne Wasser wol
vierten Theil des grönländischen Meeres zwischen den
lelen von 74° und 80° einnimmt, wobei die Lage jedo
der Veränderung der Strömungen wechselt. Oft bildet

---

1 Schwed. Abhand. Th. XXXVII. S. 174.

2 Account of the Arct. Reg. T. I. p. 173. Vergl. Tageb. S. 340.

olivengrüne Wasser nur einzelne Streifen, zuweilen aber nimmt es den Raum zwischen zwei bis drei Breitengraden in der Länge ein, bei einer Breite von zwei bis 10 oder gar 15 Seemeilen. Zuweilen geht die gewöhnliche blaue Farbe des Meeres durch allmälige Abstufungen in die olivengrüne, zuweilen auch grasgrüne durch allmälige Abstufungen über, zuweilen aber sind die Grenzen beider scharf abgeschnitten. Bei der Untersuchung der färbenden Substanz dieses Wassers, die in großer Menge auf dem Eise abgesetzt wurde, fand Scoresby vermittelst eines Mikroskops kleine Thierchen, zum Geschlechte der Medusen gehörig, aus halbdurchsichtigen Kügelchen mit Flecken bestehend und $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll im Durchmesser, außerdem aber kleine fadenförmige Substanzen, von der Länge eines Punctes bis zu einem Zehntel eines Zolles und aus mehrern Gliedern zusammengesetzt, deren Zahl ihre Länge bedingte, während ihr Durchmesser nur etwa $\frac{1}{100}$ Zoll betrug. Letztere waren dunkler gefärbt, es ließ sich jedoch nicht unterscheiden, ob sie lebten oder nicht. Die Zahl der Medusen, welche jene Streifen färben, beträgt in einer einzigen engl. Kubikmeile nach Schätzung zum mindesten 24 Billionen und geht also ganz über die Möglichkeit der Vorstellung hinaus, aber noch mehr ist dieses der Fall, wenn man bedenkt, daß diese gefärbten Streifen im Ganzen eine Ausdehnung von 20 bis 30 Tausend engl. Quadratmeilen haben. Außer diesen Medusen entdeckte Scoresby in dem Wasser zwischen Spitzbergen unter 77° 30′ N. B. noch drei verschiedene Species kleiner Thierchen, die sehr lebendig, aber mit unbewaffneten Augen nicht unterscheidbar waren, und sein frommer Sinn leitet ihn zu der allerdings nahe liegenden Betrachtung, wie doch die Allmacht des Schöpfers eine solche unermeßliche Menge lebender Wesen in jene öden Gegenden zu bringen wußte, von denen verschiedene Species größerer Mollusken sich nähren, die den riesenhaften Wallfischen zur Nahrung dienen.

Zuweilen ist die Ursache, die eine Färbung des Seewassers bewirkt, nicht aufzufinden. So erzählt James Prior[1], eines Abends in der Nähe des Aequators unweit Galega

1 Beschreibung einer Reise in das indische Meer. Weim. 1819. 17 u. 152.

das Meer plötzlich weiſs wie Milch oder Kalkwasser ersc
ohne daſs sich der Grund dieser Veränderung angeben
denn in dem geschöpften Wasser fand man nichts andere
einen durchscheinenden, faserartigen Stoff. Manche Färbu
des Meeres werden durch kleine Thierchen oder animal
Secretionen erzeugt, die sich über bedeutende Strecken
breiten, in den heiſsen Zonen am häufigsten sind und bei
einen phosphorischen Schein geben. So sah FINLAYSON[1]
in der Nähe von Prince-Walesinsel das Meer mit einem
nen Schleime bedeckt, welcher bei Nacht leuchtete,
TUCKEY[2] fand nach der Umsegelung von Cap Palmas im
busen von Guinea, daſs das Meer eine weiſsliche Farb
nahm, und zwar stets mehr, je näher man zur Prinzeninsel

I. Leuchten des Meeres.

55) Das Meer zeigt namentlich beim Schlagen der
oder in den Furchen der Schiffe so allgemein leuchtende
und Streifen, daſs diese Erscheinung unter niederen Br
z. B. im mittelländischen Meere und an den Küsten vo
tugal und Spanien, schon in den frühesten Zeiten au
muſste, und es bezieht sich daher wohl nur auf die
und Ausdehnung dieses Phänomens, wenn ATHAN. KI
angiebt, daſs AMERIGO VESPUCCI dasselbe zuerst wahrg
men habe. ROBERT BOYLE[3] sammelte viele Nachrichten
über von den Schiffern und machte diese bekannt, n
aber, bis auf die neuesten Zeiten herab, theilten eine
ge von Seefahrern ihre Beobachtungen hierüber mit u
men im Ganzen darin überein, daſs der Lichtschein vo
nen phosphorescirenden Thierchen oder von faulenden
schen Substanzen herrühre. So meinte BOURZES[4], w
auf seiner Reise nach Indien viele Beobachtungen darüb
stellte, eine fette, klebrige Materie, vermuthlich ein P
der Fäulniſs, sey die Ursache des Leuchtens. Gleicher A
war CANTON[5], indem er sich auf die Wahrnehmung

1 Voyage to Siam and Hué. 1821 u. 22. p. 33.
2 G. LXI. 318.
3 Works. T. III. p. 304.
4 Lettres édifiantes. T. IX. Par. 1730.
5 Phil. Trans. T. LIX. p. 446.

[illegible] Seefische und das Wasser, worin sie sich befinden, beim [illegible] der Fäulnifs phosphoresciren. Die meisten Naturfor[illegible] fanden jedoch bald, dafs die leuchtende Substanz zur Thierwelt gehöre, und ihre Untersuchung war hauptsächlich darauf gerichtet, die eigenthümlichen Thierarten kennen [illegible] lernen, die das Leuchten verursachen; Le Roi[1] hielt die Substanzen, die das Schiff bei Tage in die Höhe warf und welche bei Nacht den leuchtenden Schein gaben, deswegen für Thiere, weil er sie, mit einem Tuche aufgefangen, [illegible] ohne Merkmale thierischen Lebens fand. Vianelli[2], [illegible][3], Nollet[4], Fougeroux de Bondaroy[5], Forskäl[6], [illegible][7], Donati[8], Riville[9] und andere glaubten die [illegible] zu erkennen, die das Leuchten bewirken, und beschrieben die verschiedenen Arten derselben, Bajon[10] suchte die Ursache in der Reibung der Wassertheilchen und Couren[illegible][11] in gewissen allgemeiner verbreiteten phosphori[illegible] Substanzen. Forster[12], ein fleifsiger Beobachter, unterscheidet drei Arten des Leuchtens, zuerst dasjenige, welches bei einigen Wellen in der Nähe der Schiffe wahrgenommen wird und ihm elektrischer Natur zu seyn scheint, dann [illegible] während langer Windstille und bei heifsem Wetter statt[illegible], weit verbreitetes, nach seiner Ansicht phosphori[illegible] Leuchten der See und endlich das in einzelnen Funken [illegible] werdende Leuchten kleiner Thierchen.

56) Das Leuchten des Meeres ist nicht blofs der Stärke [illegible] verschieden, sondern zuweilen der ganzen Art nach, und

1 Mém. prés. à l'Acad. T. III.

2 Nuove scoperte intorno alle luci noturne dell' acqua marina. [illegible]

3 Observations sur la scolopendre marine luisante. Venise [illegible]

4 Mém. de Par. 1750.

5 Mém. de Paris 1767.

6 Forskål Reise nach Arabien. Th. I. S. 7.

7 De luce animalium.

8 Auszug a. Naturgeschichte d. adriatischen Meeres u. s. w. Halle [illegible]

9 Mém. prés. T. III.

10 Rozier observat. T. III. p. 104.

11 Ebend. T. V. p. 451.

12 Bemerk. S. 52 ff.

man könnte allerdings die von FORSTER angegebenen drei
ten als statt findend annehmen, jedoch reduciren sie sich
muthlich nur auf zwei, obgleich es schwer hält, die versc
denen Aussagen übrigens glaubhafter Zeugen zu vereini
Der Lichtglanz, welcher nach der Erzählung von LABILL
DIÈRE[1] einst sein ganzes Schiff einhüllte und nicht so
aus dem Meere, als vielmehr aus der Luft zu kommen sc
mag allerdings elektrischen Ursprungs gewesen seyn. U
achtet jedoch dieser Reisende der Elektricität einen Ei
auf das Leuchten des Meeres beimifst, beschreibt er den
das eigentliche Phänomen in seiner gröfsten Stärke, wenn
ganze Meer feurig erscheint, wenn die Furche des Sch
und die Wellen leuchten, ganz so, wie die übrigen Seef
dasselbe in den Meeren der heifsen Zone beobachtet ha
und leitet es von zahllosen leuchtenden Thierchen ab. I
auffallender und dem oft beobachteten Leuchten des M
zwar näher kommend, aber doch nicht völlig gleichend
das von LE GENTIL[2] beschriebene Phänomen. Im Canal
Mozambique schien einst in einer stürmischen Nacht das M
überall in Feuer zu stehn. Das grofse Focksegel warf
diesem Leuchten einen Widerschein zurück, als wenn
Menge Lampen dasselbe bestrahlten. Auf der Spitze des
fsen Mastes zeigte sich das Elmsfeuer und nach der V
cherung der Seeleute soll das Meer in dieser Gegend
glühn, wie denn überhaupt ein solches Leuchten im indis
Meere weit häufiger sey, als jenseits des dreifsigsten Brei
grades auf beiden Hemisphären. Das Leuchten des Me
zur Zeit der herrschenden Orkane schien ihm stets ein V
bote bevorstehender Wetterveränderung zu seyn und erf
ihn daher mit Furcht. Da es ihm nicht gelingen wollte
dem geschöpften Wasser mit dem Vergröfserungsglase Kö
zu entdecken, die als Ursache dieser Erscheinung gelten kö
ten, so ist er geneigt, das erzeugte Licht für elektrisch
halten. Inzwischen giebt es andere Erscheinungen, welche
hier mitgetheilten mindestens nahe kommen und bei dene
schwer fällt zu bestimmen, ob sie nicht ganz oder mindes
zum gröfsten Theile phosphorischer Natur sind. Das au

1 Reise nach dem Südmeere. Th. I. S. 42.
2 Reise. Th. I. S. 686.

letzte Beispiel dieser Art kennen wir aus dem Berichte des Capitains BONNYCASTLE, welcher das Phänomen in der St. Lawrenzbay beobachtete[1]. Es war am 26. Sept. um 2 Uhr Morgens, als er selbst vom Unterschiffer, der gerade die Wache hatte, mit grofsem Lärm geweckt wurde, wegen einer ungewöhnlichen Erscheinung, die sich unter dem Winde zeige. Die Nacht war sternhell, doch plötzlich wurde der Himmel in der Richtung nach dem Hochlande von Cornwallis mit Wolken bezogen und ein rasches, augenblickliches und erstaunlich glänzendes Licht, einem Nordlichte ähnlich, stieg von dem bisher dunkeln und schwarzen Meere an der Leeseite auf, von solcher Lebhaftigkeit, dafs es jeden Gegenstand, selbst bis zur Spitze des Mastes, beleuchtete. Der auf das Rufen herbeieilende Steuermann legte das Steuer bei, rief die Mannschaft, und man zog die Segel ein. Das Licht breitete sich dann über die ganze See zwischen beiden Ufern aus und die Wellen, vorher ruhig, begannen in Bewegung zu kommen. BONNYCASTLE beschreibt die Scene als eine lodernde Flamme eines furchtbaren und äufserst glänzenden Lichtes. Eine lange und lebhafte Lichtlinie, glänzender als die vom Schiffe entferntern Stellen, liefs die Basis des seitwärts liegenden unfreundlichen und schwarzen Landes erkennen, die Luft wurde düstrer und aufserordentlich dunkel. Lange gewundene Lichtlinien zeigten auf der Landseite eine aufserordentliche Menge grofser Fische umherschiefsend, als wären sie bestürzt über das ungewöhnliche Schauspiel. Der Bogsprit und der Hintermast waren vom Wiederschein so erhellt, als ob Lichter gerade unter ihnen brennten, und bis vor Tagesanbruch um 4 Uhr waren die kleinsten Gegenstände an einer Uhr deutlich zu erkennen. Der Tag brach langsam an, die Sonne ging feurig auf und später erfolgte Regen. Ein Eimer Wasser, den man während der Dunkelheit heraufgeholt hatte, zeigte mit der Hand umgerührt eine zusammenhängende Feuermasse, nicht einzelne Funken, wie sonst gewöhnlich, sondern ein wirkliches Glühen, und ein Theil desselben, in einem Kruge aufbewahrt, behielt seine leuchtende Kraft sieben Nächte hindurch. In der dritten Nacht später erschien das Leuchten

[1] Journ. of the Roy. Inst. Oct. 1830. p. 194. Sillimann Amer. Journ. XVIII. p. 187.

der See abermals vorzüglich lebhaft und wurde noch sch
durch ein vom Hintertheile des Schiffes aus nachgezog
Seil. An diesem Tage zeigte die Sonne beim Untergehen
doppeltes Bild und wurde wenige Grade über dem Horizon
einen langen Cylinder verwandelt; in der folgenden Nacht
das Leuchten der See ebenso stark, als das erste Mal.

Wenn man voraussetzt, dafs diese Beschreibung
übertrieben, wenn gleich mit lebhaften Farben aufgetragen
so läfst sie es kaum zweifelhaft, dafs der Zustand und
Veränderungen der Atmosphäre als mitwirkend bei dem
nomene zu betrachten sind, ohne dafs jedoch bestimmte
sachen auf einen elektrischen Einflufs oder gar auf ein
trisches Leuchten schliefsen lassen. Das plötzliche Eint
des starken Lichtglanzes um zwei Uhr in der Nacht st
nicht gegen die Phosphorescenz, denn diese konnte durch
Emporkommen der leuchtenden Substanz aus der Tiefe
dingt seyn. Auf jeden Fall war eigentliche Phosphores
die Hauptsache, denn sonst hätte das geschöpfte Wasser
Eimer den Lichtschein nicht in solcher Stärke zeigen und
so lange Zeit beibehalten können. Für Phosphorescenz
auch Bonnycastle das erzeugte Licht, jedoch ist er nicht
neigt, dasselbe lebenden Thieren zuzuschreiben, sondern
es von einer phosphorischen Zusammensetzung herleiten,
plötzlich aus dem Wasser entwickelt und über die Oberfl
verbreitet werde und deren Ursprung aus thierischen Ue
resten und Secretionen der Fische abzuleiten sey, mit be
gendem Einflusse der im Seewasser befindlichen Salze.

57) Wahrscheinlich war dieses ungewöhnlich starke Le
ten nur eine verstärkte Erscheinung der Art, wie sie
zeigt, wenn eine aufserordentliche und ganz unglaub
Menge derjenigen Thierchen, welche das Phosphoresciren
Meeres bewirken, sich über bedeutende Strecken der Me
oberfläche verbreitet. Ein ähnliches Phänomen nahm
Finlayson[1] in der Nähe von Prince-of-Wales-Insel w
als eine solche Menge der kleinen Seethierchen in der
gebung des Schiffes die Meeresfläche bedeckte, dafs sie
einem grünen Schleime überzogen zu seyn schien, wie be
erwähnt worden ist. Bei Nacht leuchtete dieser und die U

1 Voyage to Siam and Hué in the Years 1821—22. p. 33.

ung ergab, dafs er aus kleinen Thierchen bestand, von Gröfse eines Stecknadelknopfes, die auf die Hand gelegt ein bis zwei Secunden lang sich schnell bewegten, dann sich nicht mehr bewegten und hiermit zugleich erloschen. einer solchen allgemeinen und ausgebreiteten Phosphor- erscheint die Oberfläche des Meeres nach vorausgegan- Schwärze oft plötzlich milchweifs. So sah einst Go- DE RIVILLE[1], dafs das Meer an der Küste von Mala- Ansehn einer beschneiten Oberfläche annahm, und eine Erscheinung in demselben Meere nahm HORSBOURGH[2] Um Mitternacht, als der Himmel mit Wolken bedeckt See sehr finster war, wurde sie rings umher gleich- weifs und gleichsam flammend, ohne die einzelnen und Lichtstreifen, die zum Leuchten des Meeres von ihm unter der Linie vielfach beobachtet worden waren. Phänomen dauerte ungefähr zehn Minuten und soll sich der Molucken häufig zeigen. MACARTNEY[3] selbst sah der englischen Küste bei Herne-Bay einst im September leuchtenden Streif von 18 F. Breite, welcher vom Ufer und sich bis 1,5 engl. Meilen weit in die See er- streckte. Das hiervon verbreitete Licht war so stark, dafs einen in einiger Entfernung stehenden Menschen genau er- kennen konnte; es dauerte aber nur 4 bis 5 Minuten lang. Wundarzt LANGSTAFF erzählte, dafs er dieses Phänomen auf der Fahrt von Neuholland nach China wahrgenommen habe. Nach Sonnenuntergang wurde das Meer plötzlich weifs wie Milch und das Schiff schien sich über beschneietem Eise zu befinden. In dem geschöpften Wasser entdeckte man eine unzählbare Menge leuchtender Kugeln von der Gröfse eines Stecknadelknopfes, die an einander hängend Ketten von höch- stens drei Zoll Länge bildeten, mit der Hand geschöpft diese leuchtend machten, bei der Trennung der Finger von einander gelöst wurden, aber einander genähert wie Quecksilberkü- gelchen sich wieder vereinigten. Beim Lichte waren sie so durchscheinend, dafs man sie nicht erkannte, und beim Mond-

[1] Mém. des Sav. étrang. T. III.
[2] MACARTNEY in G. LXI. 23.
[3] Observations on luminous animals in Phil. Trans. 1812. Bibl. 1812. Août. p. 301. Mit begleitenden Anm. von TILESIUS in G. 1 ff.

schein nahm das Meer seine gewöhnliche dunkle Farbe w
der an. MACARTNEY hält diese Thierchen für Medusen,
LESIUS degegen für Salpen. Auch DIQUEMARE[1] sah 1775
Hafen und die Umgegend von Havre mit einer zahllosen,
der Oberfläche des Wassers schwimmenden Menge klei
Thierchen bedeckt, deren Licht, wenn man von dem W
ser in einem Gefäſse schöpfte, selbst durch eine Wachske
nicht ganz verdunkelt wurde.

58) Die so eben beschriebene Art des Leuchtens ist d
jenige, welche FORSTER für eine phosphorische hielt,
Licht dagegen, welches die Wellen zeigen, wenn sie ge
die Wandungen des Schiffes schlagen, hielt er für elektrisc
und diese Ansicht hegte auch LE GENTIL[2], so wie im G
zen auch BAJON[3], welcher Reibung als nothwendige Bed
gung jeder Art dieses Leuchtens betrachtete. Allerdings
dieses ein Beförderungsmittel der Lichtentwickelung, aber k
ausschlieſsliches, und daſs Reibung des Wassers Elektric
erzeugen solle, wie J. BRESSY[4] meint, ist nicht factisch
wiesen, aber auch selbst nicht einmal wahrscheinlich. N
TILESIUS, v. HUMBOLDT[5] und vielen andern ist das Leu
ten des Meeres in den heiſsen Zonen ungleich stärker al
den kalten und überhaupt scheint Wärme ein Beförderun
mittel desselben zu seyn; Letzterer behauptet jedoch, d
Wärme und Kälte einen nur geringen Einfluſs auf das Leu
ten haben, denn an den Küsten von Neufundland ist es
sehr stark selbst bei der strengsten Kälte. An den Küsten
England beobachtete MACARTNEY das Leuchten häufig
anhaltend, KALM[6] sah die Nordsee stark leuchten, und
Lichtglanz theilte sich nicht bloſs dem Verdecke des Schi
sondern auch einem Theile seines eigenen Körpers mit, als
Welle herüberschlug. Daſs die Ostsee leuchte, ist hinläng
erwiesen, ob aber das Meer unter hohen Breiten, nament
das grönländische, gleichfalls leuchte, darüber wagt SCORES

1 Rozier Observ. T. VI. p. 319.
2 Voyage aux Indes T. I. p. 685 ff.
3 Rozier Observat. T. III. p. 104.
4 Essay sur l'électricité de l'eau. Par. an. 5.
5 Tableaux de la Nature. T. II. p. 80 ff.
6 Reise Th. I. S. 120.
7 Account of the Arctic Regions T. I. p. 181.

nicht zu entscheiden, weil er niemals zu einer Zeit dort war, wenn die Sonne unter den Horizont ging; jedoch hält er es für sehr wahrscheinlich, da die Thierchen, die den Lichtschein geben, sich dort in so großer Menge befinden, daſs sie dem Wasser eine grüne oder eine bräunlich grüne Farbe mittheilen.

59) Das Leuchten zeigt sich nach v. HUMBOLDT mit überraschender Schönheit, wenn ein Schiff das Meer durchschneidet und die Wogen des Wassers vom Kiele aufwärts sich mit einem Lichtglanze bis zur Oberfläche erheben. Ueberhaupt erzeugt das Seewasser einen blitzähnlichen Schein, sobald es gegen irgend einen festen Körper stöſst, und wenn v. HUMBOLDT nach einem Bade im Golf von Cariaco neben Cumana aus dem Wasser stieg, so blieb ein Theil seines Körpers leuchtend, weil die lichtgebenden Fibern auf der Haut festsaſsen. JOHN LUCCOCK[1] beobachtete das Phänomen des Leuchtens häufig in der heiſsen Zone. Zur Nachtzeit hat es in den Furchen der Schiffe die Gestalt glänzender Sterne oder runder Massen von grüner Farbe, die oft acht Zoll Durchmesser haben. Sie schwimmen neben dem Schiffe in jedem Theile des Wassers, den der Boden desselben berührt hat, bis an den untersten Rand des Kieles, und bilden hinter demselben einen langen feurigen Streif. Zu andern Zeiten, wenn die See hoch geht, wenn die Wogen sich brechen und schäumen, gleicht das Licht aufloderndem Feuer, so weit das Auge nur reicht, und das Schiff scheint über Wogen flüssigen Feuers hinzufahren. Ist der Himmel trübe, so bildet der Glanz des Wassers einen furchtbaren Contrast mit der schwarzen Wölbung über demselben. Das stark leuchtende Wasser scheint am Tage zuweilen trübe, und bei genauerer Untersuchung zeigen sich Myriaden von halbkugelförmigen Körperchen, die zum Medusengeschlechte gehören. Reibung scheint dieses Phosphoresciren zu unterstützen und ist vielleicht wesentlich nothwendig. Im Canal und in der Nordsee findet das Leuchten bloſs auf der Oberfläche statt, unter den Tropen aber auch in der Tiefe, wie man wahrnimmt, wenn gefangene Haifische mehrere Faden tief umhertoben; auch erzeugen schnell schwimmende Fi-

[1] Bemerkungen über Rio de Janeiro und Brasilien u. s. w. Uebers. v. LINDENFROST. Weim. 1821. Th. I. S. 87.

sche eine leuchtende Furche auf gleiche Weise als die Sch
Ich selbst habe vom Phosphoresciren des Meeres nur
schwächsten Spuren gesehn, nämlich die grünlich-weifsen F
ken, die sich in grofser Zahl in dem Wasser zeigen, wel
die Räder der Dampfschiffe emporwerfen; es war dieses
de Male im October, das eine Mal auf dem adriatischen M
das andere Mal auf der Nordsee.

60) Am meisten war stets die Meinung vorherrsch
dafs das Leuchten des Meeres von kleinen Thierchen
rühre, und man suchte vor allen Dingen die verschied
Classen derselben aufzufinden, die dieses Phosphoresciren
wirken, jedoch war die Mehrzahl der Beobachter geneigt,
ligen Substanzen, namentlich den Fischen im Uebergange
Fäulnifs, gleichfalls einen Antheil an der Ursache dieses
nomens beizumessen. Spallanzani[1] ist nicht geneigt,
Faulen der Fische als eine Ursache des Phosphoresci
zu betrachten, weil die fettesten am wenigsten hierzu
neigt sind und aufserdem diese Substanzen sich zur Oberfl
erheben, das Leuchten aber sich bis zur Tiefe von mi
stens 40 Fufs erstreckt, und er suchte daher den Grund
in einer Eigenthümlichkeit des Seewassers. Beccari[2]
dafs die Pholaden noch im lebenden Zustande leuchten; M
tin[3] dagegen schrieb diese Eigenschaft einer gewissen fett
Substanz zu, womit alle Seefische, namentlich die mit wei
Schuppen versehenen, nach seinen Untersuchungen überz
sind. Hablitzl[4] sah einst ein aus dem kaspischen M
gezogenes Ankertau mit einer Menge leuchtender Seet
(*cancer pulex*) bedeckt, und fand also in diesen die Urs
des Phänomens, Canton[5] dagegen sah, dafs die Fisch
Uebergange zur Fäulnifs dem Seewasser und überhaupt dem
haltigen Wasser, aber nicht dem süfsen, einen Lichtschein
theilen. Viele Zeit verwendete Adanson[6] auf diesen Gegens

---

1 Memorie della Soc. Italiana. T. II. Ueb. in Leipziger Sa
lungen zur Physik und Naturgeschichte. Th. IV. S. 289.

2 Comment. Bonon. T. II. p. 232 und 261.

3 Schwed. Abhand. Th. XXIII. S. 225.

4 Nordische Beiträge Th. IV. S. 396. Acta Petrop. T.
p. 71.

5 Philos. Trans. T. LIX. p. 446.

6 Reise nach Senagambien S. 150.

dem er mehrere Gläser mit Fischen und Schalthieren füllte und sich an dem Lichtscheine ergötzte, den diese insgesammt im lebenden Zustande und gleich nach dem Tode verbreiteten, der sich nicht blofs dem Wasser mittheilte, sondern auch von den Wänden der Gefäfse zurückgestrahlt wurde. ... Cook[1] fand an der Westküste America's am 2. März bei Windstille das Meer mit einer schleimigen Substanz bedeckt, um welche viele Mollusken schwammen, die am Tageslichte in den verschiedensten Farben spielten, zuweilen aber ganz durchsichtig erschienen, in der Dunkelheit aber schwach leuchteten. Labillardière, dessen Aufmerksamkeit durch das ... beobachtete starke Leuchten des Meeres erregt war, ... von dem geschöpften Wasser durch Leinwand und fand dann phosphorescirende Kügelchen, die er als Mollusken erkannte, und welche auf dem Filtrum zurückgeblieben, während das abgelaufene Wasser seine Leuchtkraft verloren hatte. Vorzüglich gründliche Untersuchungen über das Leuchten des mittelländischen Meeres und einige dieses verursachende Thierchen hat Viviani[2] angestellt.

61) Bei weitem die Mehrzahl der hier genannten Beobachter, deren Zahl sich leicht noch bedeutend vermehren liefse[3], hegen die Ansicht, dafs das Leuchten des Meeres die Wirkung kleiner Weichthiere sey, deren sie verschiedene Arten, der eine diese, der andere jene, in dem geschöpften Wasser erkannten und zugleich das aus ihnen ausströmende, meistens ins Grünliche spielende, phosphorische Licht wahrnahmen. Dagegen untersuchte Oken[4] das bei der Insel Wangeroge geschöpfte Seewasser und fand, dafs dasselbe durch Treten mit dem Fufse, Schlagen mit der Hand, durch Umrühren und überhaupt durch starke Bewegung leuchtend wurde; weil er aber keine phosphorescirenden Thiere darin entdecken konnte, leitete er den Lichtschein von einer dem Wasser beigemischten schleimigen Substanz ab. Hiervon nahm Hel-

1 Aus seiner Reise ausgezogen von G. XXXV. 234.

2 Domenico Viviani Phosphorescentia maris 14 phosphorescentium animalium speciebus illustrata. Gen. 1805.

3 Tilesius nennt noch Osbeck, Löffling, Hasselquist, Slabber, Baster und Cavolini, deren Arbeiten ich jedoch nicht kenne.

4 Schweigger's Journ. Th. XII. S. 343.

wig[1] Veranlassung her, das Leuchten des Meeres für Phosphoresciren durch Insolation zu halten, weil er bei- nem Aufenthalte am schwarzen Meere und an den Küsten liens gefunden haben wollte, dafs die Stellen der See, che gegen die einfallenden Sonnenstrahlen geschützt sind, leuchten, und in dieser Ansicht bestärkte ihn Giobert's[2] Be achtung einer Phosphorescenz beim vitriolisirten Weins Allein dieses Argument ist auf jeden Fall zur Unterstütz einer an sich nicht wahrscheinlichen Hypothese zu schw und aufserdem ist leicht begreiflich, dafs sich die phospho cirenden Weichthiere aus den beschatteten und daher k Theilen des Meeres zurückziehn.

62) Als wichtigste Untersuchungen über diesen Gegenst welche die neuere Zeit geliefert hat, sind die von Macart und von Tilesius zu betrachten. Macartney[3] beobac mit Sorgfalt die Erscheinungen des Leuchtens der See an englischen Küsten, überzeugte sich, dafs es durch vers dene im lebenden Zustande und nur kurze Zeit nach Tode leuchtende Thierchen verursacht werde, und unters dann die verschiedenen Arten dieser Bewohner des M mit Hülfe des Mikroskops. Dieses gefundene Resultat i Beziehung auf unsere vorliegende Untersuchung allein Wichtigkeit, indem der Haupttheil der ganzen Abhand sich auf die Beschaffenheit der verschiedenen Species le tender Seethierchen bezieht und also zunächst der Zoo angehört. Rücksichtlich des Letztern fand Macartney überlegenen, zugleich aber allzu unfreundlichen Gegne Tilesius, welcher als Begleiter Krusenstern's auf de kannten Entdeckungsreise theils in dem weiten Umfange durchschifften verschiedenen Meere, theils in der Aufm rung und willfährigen Unterstützung durch einen Befehls von so hoher, nur selten vorhandener wissenschaftlicher dung, theils endlich in dem Beistande zweier anderen w ren Gelehrten, Langsdorf's und Horner's, die vorzüglic

1 G. L. 126. LI. 115.

2 Gren's Journ. d. Ph. Th. II. S. 437.

3 Observations on luminous animals. In Phil. Trans. 1812. blioth. britann. 1812. August. p. 301. Mit Anmerk. von Tilesius LXI. 1. 113.

…mittel zur gründlichen Erforschung der Aufgabe fand und … Fall wohl mit Recht behauptet, dafs auf die Ergeb… Beobachtungen, welche blofs an den englischen Küsten … worden sind, nicht füglich eine vollständige Beurthei… des Phänomens in seinem ganzen Umfange gebaut wer… Die Naturforscher auf dieser für die Wissenschaft …giebigen Expedition begnügten sich nicht mit der blofsen …achtung des Phänomens, sondern sie schöpften von dem …den Wasser und seihten es durch doppelte Leine…, worauf sich dann ergab, dafs das durchgelaufene Was… Lichtschein verloren hatte, während die auf dem Fil… …rückgebliebenen Thierchen ihre Leuchtkraft beibehielten[1]. … diese Weise in den verschiedenen Meeren gefundenen … untersuchte TILESIUS[2] rücksichtlich der Art, Stärke … Dauer ihrer Leuchtkraft auf verschiedene Weise und er… ihre physische Beschaffenheit vermittelst des Mikro… Hiernach zeigt sich das Leuchten der See am schön… … vollständigsten in den tropischen Meeren, nur man… … und unvollständig dagegen unter höhern Breiten, bald … matter Lichtschimmer oder ein gleichmäfsig verbrei… Milchglanz, bald wie einzelne Sterne, Feuerkugeln, Licht… …, feurige Ketten, Fäden und Bänder, bald wie einzelne …sprühende Funken. Es leuchten blofs lebende Thiere, … Mollusken, Crustaceen und Infusorien, aber es giebt … eine zahllose Menge, als insbesondere die Salpen und … lebende, frei im Meere umhertreibende Eierstöcke (*Py*…), Medusen, Beroen, Physalien, Physsophoren, Ri…, Stephanomien, kleine mikroskopische Krebschen …tomostraca, ferner Onisci, Monoculi und deren Larven, …, Nereiden, Zoophyten und Infusionsthierchen. Alle … leuchten auf eine eigenthümliche Weise, wie ihre Ge… … verschiedene Organisation und Respirationsorgane, die … Licht auszuhauchen scheinen, es mit sich bringen. Das … der Pyrosomen ist feurig und flammend, das der Krebs… sprühend, wie Funken einer Schmiede-Esse, das

---

1 Krusenstern's Reisen Th. I. S. 60.

2 Die Resultate dieser Untersuchungen sind enthalten im 4ten … der Krusenstern'schen Reise und in dem dazu gehörigen prächti… Atlasse; sehr ausführlich auch in G. LXI.

der Salpen wie lange feurige Fäden, das der Medu
matter. Auch giebt es eine Menge im Meere, nament
aus verwesenden Seepflanzen, auf gleiche Weise, als im
fsen Wasser durch faulende Vegetabilien erzeugte Infusor
welche mit einem matten Lichte leuchten, wie SPALLANZ
gleichfalls aufgefunden hat. Diese verschiedenen leu
tenden Thiere waren oft in so grofser Menge vorhan
dafs dann das Schiff eine breite und wohl 50 Fufs lange
rige Furche hinterliefs, aus welcher grofse und kleine Fe
kugeln hervorsprühten und in welcher man die Züge der
genden Heringe deutlich erkennen konnte. Wenn in
Tropengegenden nach einer einige Tage anhaltenden W
stille sich ein frischer Wind erhebt, so pflegen im Dunke
Nacht an der sich kräuselnden Oberfläche des Meeres zal
viele leuchtende Puncte zu erscheinen, die bei rascherem W
lenschlage zusammenfliefsen und gleichsam ein Feuermeer
den. Auch in diesem Falle, wenn das ganze Meer als
zusammenhängende, leuchtende Masse erschien, waren mi
skopische Meerinsecten und Mollusken die Ursache des Le
tens, indem die Millionen leuchtender Puncte dem unbew
neten Auge als eine zusammenhängende Fläche erschienen
grofs übrigens die Zahl der bereits früher und hauptsäc
durch TILESIUS aufgefundenen und genau beschriebenen
thierchen ist, die das Vermögen zu leuchten besitzen
glaubt dieser doch selbst nicht, sie insgesammt zu kennen.
der unermefslichen Ausdehnung des Meeres und den ve
nifsmäfsig wenigen Fahrstrafsen auf demselben, nebst
Schwierigkeit, an beliebige Orte zu gelangen, ist dieses
natürlich, auch hat EHRENBERG[1] sogar in wenigem ihm
gesandten Wasser der Ostsee eine bisher unbekannte Sp
entdeckt, die er *Polynoë fulgurans* nennt.

63) Dafs das Leuchten des Meeres nach allen diesen
len und unter einander sehr gut übereinstimmenden Un
chungen von phosphorescirenden Thierchen herrühre, u
liegt keinem Zweifel. Auch ARTAUD[2], PFAFF[3] und
LAYSON[4] sind der Meinung, dafs diese Thierchen nich

1 Poggendorff Ann. XXIII. 149.
2 Annales maritimes et coloniales.
3 Schweigger's Journ. LII. 316.
4 Edinburgh Journ. of Sc. N. XVI. p. 362.

wohl in der Ruhe, als vielmehr bei ihrer Bewegung leuchten und dafs der Lichtschein durch die Bewegung entweder bedingt, oder mindestens verstärkt wird. Hiermit ist aber eine andere Frage noch nicht beantwortet, nämlich ob dieses die einzige Ursache dieses Phänomens sey und alles Licht des Meeres durch die Phosphorescenz kleiner lebender Thierchen erzeugt werde, oder ob auch andere, namentlich in Fäulnifs übergehende Substanzen dem Seewasser einen phosphorischen Schein ertheilen. Letzteres zu bejahen scheinen mir überwiegende Gründe vorhanden zu seyn. Vor allen Dingen zeigen die interessanten Versuche von NATHANAEL HULME[1], dafs ein grofser Theil Seefische beim Uebergange zur Fäulnifs nicht blofs bedeutend phosphoresciren, sondern auch die Eigenschaft zu leuchten dem Wasser, worin sie sich befinden, und festen Körpern, die sie berühren, mitzutheilen pflegen. AL. v. HUMBOLDT[2] sagt ausdrücklich, dafs das Leuchten der See nur zuweilen von phosphorescirenden Thierchen herrühre, denn in den meisten Fällen sey selbst mit Hülfe von Vergröfserungsgläsern in dem leuchtenden Wasser kein Thier zu entdecken, dennoch aber, wenn eine Welle einen harten Gegenstand trifft und dabei Schaum erzeugt, oder wenn das Wasser stark bewegt wird, entstehe ein blitzähnliches Licht, welches ohne Zweifel von den Fibern todter Mollusken entstehe, deren es eine unendliche Menge in der Tiefe der See giebt. Allerdings steht dieser Ansicht entgegen, dafs das Wasser, welches auf KRUSENSTERN's Entdeckungsreise durch doppelte Leinwand filtrirt war, seine Leuchtkraft verloren hatte; allein v. HUMBOLDT, welcher dieses Verfahren, ebenso wie früher LA BILLARDIÈRE, gleichfalls anwandte, meint, die leuchtenden Fibern blieben in der Gestalt leuchtender Puncte auf der gebrauchten dichten Leinwand zurück, und es hat durchaus nichts Widersprechendes anzunehmen, dafs eben die durch beginnende Zersetzung erzeugte schleimige Substanz, durch ein solches Filtrum zurückgehalten, sich auf demselben zu leuchtenden Kügelchen vereinige. Bei der ungeheuren Menge der vorhandenen Mollusken ist es leicht denkbar, dafs auch ohne das Vorhandenseyn organisirter Wesen das Seewasser durch die

2 Philos. Trans. 1800. p. 161. 1801. p. 483. G. XII. 129. 292.
2 Tableaux de la Nature T. II. p. 88.

Reste dieser Thiere schleimig werde, dadurch leuchte und Menschen untrinkbar gemacht doch den Fischen Nahrung ge LANGSDORF[1], welcher zugleich mit TILESIUS auf der Krus stern'schen Entdeckungsreise die Erscheinungen des Leucht beobachtete und die dasselbe wohl in der Regel erzeugen Thierchen untersuchte, so wie der sorgfältige Forscher RON[2], sind der Meinung, daſs ein Theil dieser Phosphoresc animalischen Substanzen im Uebergange zur Fäulniſs beizum sen sey. TILESIUS leitet zwar alles Leuchten des Meeres kleinen lebenden Thierchen ab, welche diese Eigenschaft ni im Zustande der Ruhe, wohl aber bei der Bewegung äuſse auch stimmt diese Ansicht ganz mit der Theorie überein, w che er, mindestens anfänglich, über die eigentliche Ursa dieser Lichtentbindung hegte, er erwähnt jedoch selbst, ein Stück Haifisch-Fleisch, welches acht Stunden lang Schiffe aufgehangen und dann Abends als Köder gebra wurde, bei angehender Fäulniſs geleuchtet habe, wenn gl nur mit einem matten, dem des faulenden Holzes ähnlichen Lic Ein vorzüglicher Beweis für die aufgestellte Hypothese sch mir selbst in der Erzählung der Phänomene zu liegen, wel S. L. MITCHILL[3] mittheilt. Dieser sah am 13. Nov. 180 einem warmen Abende nach einem sehr heiſsen Tage aus nem Fenster bei der Fluth das ganze Ufer wie mit glühen Kohlen bedeckt, die stets Funken sprühten. Das lang dem Ufer zuströmende Wasser schien sich mit leuchten Wellen zu bewegen und wenige Faden unter dem Wa zeigten sich glänzende Erscheinungen von auſserordentli Helligkeit. Der Sand am Strande war mit einer unermeſ chen Menge Thierchen bedeckt, die zum Geschlechte der *dusa simplex* gehörten und bei jeder Bewegung leuchte so daſs sein Fuſs bei jedem Tritte von einer 1,5 Fuſs grol Glorie umgeben schien. Einige noch lebende leuchteten in Hand genommen so stark, daſs er bei ihrem Scheine Stu und Minute seiner Uhr unterscheiden konnte. Rieb er Sand, worauf die Thierchen gelegen hatten, mit dem Fin

1 Reisen. Th. II. S. 212.

2 Entdeckungsreise. Th. I. S. 33.

3 The medical Repository by S. L. MITCHILL and E. MIL Newyork. T. IV. p. 375. Daraus in G. XII. 161.

so leuchteten Sand und Finger. Blieb etwas von dem schleimigen Wesen an der Haut oder den Kleidern kleben, so leuchteten diese, weswegen sowohl er selbst, als auch sein Begleiter zuweilen ganz mit Feuer überstrichen zu seyn schienen. Hierbei muſs man doch wohl annehmen, daſs auch die von den zerriebenen Thierchen zurückbleibende Substanz und auch wohl der sie einhüllende Schleim einen Lichtschein verbreiteten, obgleich Mitchill selbst bloſs den Thierchen, die oft mikroskopisch klein sind, und zwar nur im lebenden Zustande, die Leuchtkraft beilegt. Endlich hat auch Oken in dem Wasser der Ostsee, womit er seine erwähnten Versuche anstellte, keine Thierchen, wohl aber einen Lichtschein wahrgenommen.

64) Als Endresultat aller dieser ausführlichen Untersuchungen läſst sich also Folgendes mit überwiegender Wahrscheinlichkeit aufstellen. Das Leuchten des Meeres ist im Ganzen die Folge der zahllosen gröſsern und kleinern, bis zu den mikroskopischen herabgehenden, phosphorescirenden Seethierchen, welche die einzelnen blitzenden Funken, die hellleuchtenden Streifen im Wasser bei eigener Bewegung oder beim Stoſse fester lebloser oder lebender Körper gegen sie, z. B. der Ruder, der Fische u. s. w., erzeugen, die Furche eines fahrenden Schiffes sowohl, als auch die gegen dasselbe schlagenden Wellen leuchtend machen und diesen Lichtschein dem Ufer, dem menschlichen Körper und sonstigen Gegenständen, welche durch das mit ihnen erfüllte Wasser benetzt sind, mittheilen. Auch der weit verbreitete Ueberzug groſser Strecken des Meeres, wonach dasselbe milchicht, weiſs und bis zu groſser Intensität selbst feurig erscheint, ist meistens eine Folge dieser Thierchen, deren Zahl, nebst der Menge ihrer verschiedenen Gattungen, nicht minder ihr Vermögen zu leuchten, stärker ist in den heiſsen, als in den kalten Zonen. Die durch sie erzeugten Phänomene sind leicht zu unterscheiden von denen, welche die Elektricität bewirkt, weil diese sich nur in der Luft oder an den hervorragenden Gegenständen der Schiffe zeigen, da das elektrische Fluidum bei der Berührung des Wassers sich sofort über dessen Oberfläche ausbreitet und erlöscht. Die leuchtenden Thierchen geben nicht an allen Theilen ihres Körpers Licht, sondern gewisse ihnen zugehörige Substanzen haben die Eigenschaft zu phosphoresciren und

theilen diese auch solchen Gegenständen mit, auf denen zerrieben werden, vermuthlich daher auch in einem gewis geringen Grade dem Wasser, worin sie sich befinden, und stets ein grofser Theil der leuchtenden Thierchen absti durch seine Reste das Wasser schleimig macht, aufserd aber viele thierische Körper beim Uebergange zur Fäulnifs nen phosphorischen Schein geben, so ist mindestens sehr wa scheinlich, dafs der hierdurch erzeugte Schleim, in welch sich die leuchtenden Thierchen meistens aufhalten und w cher vielleicht manchen derselben zur Entstehung, andern Nahrung dient, gleichfalls ein matteres, aber immer wa nehmbares phosphorisches Licht verbreitet. Luccock fin es gar nicht zweifelhaft, dafs faulende Substanzen einen Lic schein erzeugen, da man diesen auch am Meeresufer da wa zunehmen pflegt, wohin der Unrath grofser Städte zusamm fliefst.

65) Hierdurch ist inzwischen eine andere Hauptfrage n nicht beantwortet, nämlich welches die eigentliche Ursa des erzeugten Lichtes sey. Es giebt hierüber nicht viele H pothesen, denn die meisten Beobachter haben sich blofs der Untersuchung und Beschreibung der Thatsache begni Nach Spallanzani geht das Licht der Medusen nicht v ganzen Thiere, sondern von einer eigenthümlichen klebri Feuchtigkeit derselben aus, wird zuweilen unterbrochen, diese Periodicität scheint ihm von Oscillationen in densel abzuhängen, wie auch das Licht der Johanniswürmchen bei jeder Schwingung ihres Körpers entzünde und bei Medusen in der Systole weit stärker sey, als in der Diast Tilesius's fand, dafs das Licht der leuchtenden Thierc durch Bewegung oder vielmehr durch eine Reaction und strengung derselben entwickelt werde, indem sie der Bev gung des Wassers entgegenstreben, um sich in ihrer Lage erhalten, und da das Licht um so viel stärker ist, je mehr sie anstrengen, die Respiration aber mit der Anstrengung wäc so glaubt er, dafs sie Phosphorwasserstoffgas ausströmen, w ches dann leuchte. Namentlich werde auch bei den Crus ceen durch die ihnen eigenthümliche convulsivische Bev gung des Schwanzes die Respiration vermehrt und so Leuchten durch das ausgeathmete Phosphorwasserstoffgas h vorgebracht.

Gegen diese Hypothese, namentlich in ihrer Anwendung auf die Crustaceen, erklärt sich GILBERT[1]. Das Ausscheiden von irgend einem brennbaren Gas, meint er, sey noch niemals in der Thierwelt beobachtet worden und das Phosphorwasserstoffgas entzünde sich nur erwärmt beim Zutritte der atmosphärischen Luft, aber nicht in der gewöhnlichen Temperatur kalter Länder, auch könne ein Schalthier nicht so, wie der durchsichtige Körper der Schleimthiere, bei Lichtabscheidung im Innern durch Athmen leuchten, es sey denn dafs man die Hülle bei diesen mikroskopischen Thierchen für durchscheinend halten wollte. Da man eine Transparenz solcher dünnen Schalen so leicht annehmen kann, so ist damit dieses letzte Argument von selbst beseitigt und auch die beiden ersten sind keineswegs schlagend. Secretionen von blofs brennbarem Gase kommen in der Thierwelt genug vor und der Phosphor leuchtet in noch niedrigerer Temperatur, als worin man das Leuchten des Meeres beobachtet hat. Ganz etwas anderes ist jedoch die Ausscheidung desjenigen speciellen Phosphorwasserstoffgas, welches beim Zutritt von sauerstoffgashaltiger Luft durch Entzündung leuchtet, und noch obendrein ein Freiwerden durch Respiration, was wohl mit den Gesetzen der thierischen Oekonomie unvereinbar ist, nicht zu gedenken, dafs das Leuchten meistens oder häufig unter Wasser geschieht, wo kein freies Sauerstoffgas zur Entzündung vorhanden ist.

66) Dafs das Leuchten des Meeres, mag es nun ausschliefslich von lebenden Thieren und deren belebten Eierstöcken herrühren, wie TILESIUS behauptet, wonach der Zustand des Lebens zugleich Bedingung des Leuchtens ist, oder zugleich auch durch Mittheilung der den Thieren angehörenden leuchtenden Substanz, wie auch zur Fäulnifs übergehender thierischer Stoffe an das Meerwasser, erzeugt werden, unter die allgemeine Classe der Phosphosescenz gehöre, die auch bei Landthieren, dem leuchtenden Holze und sonstigen phosphorescirenden Substanzen wahrgenommen wird, die nicht von Kunkel'schem Phosphor und dessen langsamer Verbrennung herrührt, sondern als eine eigenthümliche und noch keineswegs hinlänglich erklärte Lichtentbindung zu betrachten ist[2],

1 G. LXI. 164.
2 S. *Licht. S.* 255.

unterliegt wohl keinem Zweifel, und dieses ist auch im
gemeinen die Meinung aller derjenigen Naturforscher, di
mit diesem speciellen Gegenstande beschäftigt haben; j
sind ihre Ansichten über die eigenthümliche Art, wie
Lichtentbindung statt findet, verschieden. TILESIUS leit
von der Respiration und einer hiermit verbundenen Fre
dung des Phosphorwasserstoffgases ab, TUCKEY[1] findet die l
tende Substanz im Gehirn, und MITCHILL setzt die Lich
bindung mit der Circulation des Blutes in Verbindung,
er zugleich vermuthet, dafs bei diesen Thieren, die
Lungen noch Herz haben, beider Verrichtungen durch
Blutgefäfse selbst geschehn, wobei die Lichtentwickelung
einen dem Athmen ähnlichen Procefs erzeugt werden k
Alles dieses beruht jedoch blofs auf Vermuthungen und
dieser oder irgend eine andere Hypothese ist als Grun
einer genügenden Erklärung hinlänglich begründet. Da
sind indefs alle Beobachter einig, dafs das Leuchten befö
und, wenn es nicht vorhanden ist, hervorgerufen werde
jeden mechanischen Reiz, durch Stofsen, Schlagen und d
Bewegung. Ebenso wirken auch chemische Reizmittel,
MACARTNEY und ARTAUD aufgefunden haben, und in d
Beziehung sind auch die Versuche von EHRENBERG seh
teressant, welcher zu dem Wasser aus der Ostsee etwas
dünnte Salzsäure gofs und dadurch die darin enthalt
Thierchen, die sonst gar kein Licht mehr zeigten, zum
mentanen Leuchten brachte, worauf sie jedoch unmitt
starben.

K. Bewegungen des Meeres.

67) Das Meerwasser geräth bei völliger Ruhe sehr
in Fäulnifs, so dafs in heifsen Gegenden bei anhalt
Windstille zuweilen der Geruch einen Uebergang in
Zustand ankündigt, welcher in einem höhern Grade wi
statt findend der Gesundheit höchst verderblich werden m
Es ist jedoch kein Beispiel vorhanden, dafs jemals ein
gentliche Fäulnifs des offenen Meeres eingetreten sey. K
liches Seewasser fault nicht, weil reines Wasser nie in
sen Zustand übergeht und die zugesetzten Salze ihn nich

1 G. LXI. 318.

beiführen können. Inzwischen enthält das natürliche Seewasser einen nicht unbedeutenden Zusatz von vegetabilischen und animal. Stoffen, die ihm den eigenthümlichen Geruch geben und im Zustande der Ruhe eine Zersetzung erleiden, welche die Fäulnifs herbeiführt. Auch das Wasser der Seen und Flüsse enthält solche Bestandtheile, hauptsächlich vegetabilische, weswegen es in völliger Ruhe, je nach der vorhandenen Menge derselben, in einen mehr oder minder fauligen Zustand übergeht. Beide Arten von Wasser werden durch die stete Bewegung hiergegen geschützt, theils weil diese an und für sich die Zersetzung hindert oder erschwert, theils weil vermuthlich die stets neu herbeigeführte Luft, die mit den bewegten Theilen in Berührung kommt, die entwickelten Gasarten fortführt.

Die sämmtlichen Bewegungen des Meeres lassen sich füglich unter drei Classen bringen. Die vorzüglichste ist der stete Wechsel der Ebbe und Fluth, die jedoch bereits[1] ausführlich untersucht worden ist und daher hier übergangen werden kann. Die Erhebung des Meeres durch die Fluth und sein Sinken in Folge der Ebbe erfolgen nicht plötzlich, sondern allmälig; bei der erstern strömt das Wasser den Küsten zu, bei der letztern von denselben weg, welchen Wechsel man bei der Schifffahrt benutzt, um sich dem Lande zu nähern oder von demselben zu entfernen. Weil hierbei nicht das gesammte Wasser gleichzeitig in Bewegung gesetzt wird, so folgen einige wellenartige Strömungen auf einander und treiben namentlich bei der Fluth der Küste zu, selbst wenn der Wind ihnen entgegenweht, schlagen gegen die steilen Ufer, treiben auf die flachen höher hinauf und laufen wieder ab, wobei sie eine Menge Seegras und andere Substanzen auswerfen. Diese Bewegung erzeugt ein eigenthümliches, den Küstenbewohnern wohl bekanntes Brausen, welches von dem der Wellen sich unterscheiden läfst. Einige Aehnlichkeit hiermit hat diejenige eigenthümliche Bewegung des Meeres, welche an der Ostküste von Südamerica wahrgenommen und das *Rollen der See* (*Rolling of the Sea*) genannt wird. Zuerst scheint der Capitain Hall an der Küste des nördlichen Chili dieses Phänomen beachtet zu haben, neuerdings beobachtete

1 S. *Ebbe*. Bd. III. S. 3 bis 63.

aber Dr. MAYEN dasselbe an den Küsten von Peru, nam
lich im Hafen von Capiapo und südlich herabwärts bis
Arica hinaus. Die Ebbe und Fluth ist an dieser ganzen
ste entlang sehr unbedeutend und in einem geringen Abst
von derselben kaum überall wahrnehmbar; dagegen aber
eignet es sich zuweilen, dafs bei völliger Windstille he
Wellen entstehn, deren Höhe (ohne Zweifel wohl über
ben) zu 40 engl. Fufs angegeben wird. Man will die W
kung vom Einflusse des Mondes ableiten und die Erschei
am häufigsten bei Vollmond wahrgenommen haben, allein
MAYEN sie beobachtete, war es gerade im letzten Vi
weswegen er die Ursache in den Strömungen des Wasses
die Südspitze America's sucht[1]. Aus ungleichem Luftdr
kann in jenen Gegenden das Phänomen wohl nicht abgel
werden, wie dieses bei der Ostsee geschieht (§. 7.), und
Ursache liegt daher wahrscheinlich in einzelnen Windstö
welche in beträchtlicher Entfernung Wellen auf der Sü
erzeugen, die sich bis an die Küsten America's fortpflan
und hier durch den entgegenstehenden Widerstand zu ei
ungewöhnlichen Höhe anwachsen.

68) Die Theorie der Wellen erfordert eine specielle
tersuchung und es genügt daher hier nur die äufsern Eig
thümlichkeiten der Meereswellen anzuführen. Diese sind we
selnde Hebungen und Senkungen des Wassers, die durch
gleichen Druck auf irgend eine Stelle der (als ruhig ged
ten) Wasserfläche entstehn und dann nach den Geset
schwingender Pendel diese Bewegungen in gleichen Zeitin
vallen wiederholen, bis die Reibung der einzelnen Theile
an einander, so weit diese bei flüssigen Körpern statt fin
kann, der Druck der Luft und sonstige Hindernisse der
wegung den Zustand der Ruhe allmälig wieder herbeifüh
Das scheinbare Fortschreiten der Wellen ist daher keinesw
ein Fortfliefsen, überhaupt keine fortgehende Bewegung (*m*
tus progressivus), so wenig als die Schallwellen ein Forts
men der Luft voraussetzen, vielmehr finden blofs abwechse
de Hebungen und Senkungen statt, wie man deutlich si
wenn leichtere Körper, namentlich auch häufig Schildkrö
auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, die allerding

1 Edinb. New Philos. Journ. N. XXXVII. p. 183.

verticaler Richtung abwechselnd gehoben werden und wieder herabsinken, ohne in Beziehung auf die horizontale Ebene ihren Ort zu verändern, ausgenommen sofern dieses durch das Hinstreichen des Windes über die Oberfläche des Wassers bewirkt wird. Hieraus erklärt sich leicht die aufserordentlich lange Zeit, welche auf der See ausgeworfene Flaschen, wie die Seefahrer solche zuweilen mit eingeschlossenen Berichten auszuwerfen pflegen, meistens bedürfen, ehe sie irgend eine Küste erreichen. Wenn man aber von der *Geschwindigkeit der Wellen* redet, so versteht man darunter die Zeit, welche die Erhöhung einer Welle bedarf, um scheinbar durch die nächstfolgende Vertiefung zu einer abermaligen Erhöhung und so abwechselnd durch Wellenberge und Wellenthäler bis zu einer gewissen Entfernung zu gelangen.

(3) Denkt man sich zuerst die nach hydrostatischen Gesetzen ebene Oberfläche der Teiche, Seen und des Meeres, so kann man sich leicht vorstellen, wie auf diesen, insbesondere den letztern, Wellen entstehn müssen, sobald der Wind in einem spitzen Winkel gegen sie stöfst, eine partielle Strecke derselben niederdrückt und gleichzeitig durch die Adhäsion an die Wassertheilchen mit sich fortzureifsen strebt. Die niedergedrückte Stelle hebt sich wieder, kommt hierdurch nach dem Gesetze der Trägheit über die anfängliche Ebene empor, erzeugt dadurch ein Sinken der sie begrenzenden Wassersäulen und so folgen, nach Art der Pendelschwingungen, die wechselnden Oscillationen in regelmäfsigen Zeitintervallen. Nach Scoresby[1] ist daher die Wind- oder Wetterseite in der Nähe des Ufers selbst beim Sturme eben, die Wellen nehmen aber von da an nach dem Verhältnisse der Stärke des Windes zu, je weiter man sich vom Ufer entfernt, bis sie das Maximum ihrer Gröfse erreicht haben, und behalten dieses selbst bis auf mehrere Seemeilen über den Bereich des Windes hinaus bei. Die Behauptung ferner, dafs die feuchte Luft weniger Adhäsion zum Wasser hat, als die trockene, und daher bei ersterer die Wellen kleiner sind, als bei der letztern, gleiche Stärke des Windes vorausgesetzt, erhält ihre Bedeutsamkeit vorzüglich nur durch die Autorität eines so erfahrenen Seemannes. Ebenso soll auch nach der Meinung der meisten Seefahrer der Regen

1 Account of the arctic regions. T. I. p. 221.

die Wellen niederhalten[1], so dafs sie bei heftigem Winde dann minder hoch werden, als bei schwächerem, aber trocknem Winde. Anfangs mufs auf jeden Fall der Wind, welcher obendrein nicht sofort mit gröfster Stärke beginnt, kleine Wellen erzeugen, die bei fortdauernder Ursache stets gröfser werden, so wie auch ein Pendel stets gröfsere Bogen beschreiben mufs, wenn es wiederholt durch eine auch nur geringe Kraft gestofsen wird. Ebenso natürlich folgt zugleich, dafs die einmal erregten Wellen noch eine bedeutend lange Zeit fortdauern, wenn der Wind seine Stärke verloren oder ganz aufgehört hat, welches an manchen Orten der heifsen Zone für mehrere Stunden oft plötzlich geschieht.

70) Der Wind besteht keineswegs in einer ganz gleichmäfsigen, ohne Unterbrechung mit gleichbleibender Geschwindigkeit fortgehenden und über eine unmefsbare Strecke ausgedehnten Bewegung der Luft, wie man aus dem anscheinend ruhigen Zuge der Wolken in den höhern Regionen anzunehmen veranlafst wird, sondern das Wehen desselben geschieht absatzweise und in Unterbrechungen; die Bewegung des Windes ist eine wellenartige, wie die des Wassers, indem allgemein jede bewegte Flüssigkeit, sie sey tropfbar, gasförmig oder ätherisch, sobald sie bei ihrer Bewegung Hindernisse findet, wellenförmig fortschreitet. Man bemerkt dieses um so auffallender, je stärker der Wind ist, indem sich dann die einzelnen Stöfse von den wechselnden Perioden der minderen Stärke oder periodischen Ruhe leicht unterscheiden lassen. Ist ferner die Strecke, über welcher ein gewisser Wind herrscht, noch so ausgebreitet, so finden doch darin einzelne Streifen statt, in denen die Luft mit eigenthümlicher Geschwindigkeit strömt. Stöfst ein solcher einzelner Strom auf die Wasserfläche oder wird irgend eine einzelne Stelle der letztern von einem Drucke getroffen, so müssen um diesen Punct gekrümmte Wellen entstehn, und man sieht daher bei schwachem Winde und über grofsen Wasserflächen kreisbogenförmige Wellen sich bewegen, deren Enden schwächer werden und zuletzt sich gänzlich verlaufen. Diese Form würden die Wellen auch beibehalten, wenn ein stärkerer Wind höhere

1 Ebendieses behauptet auch Richter in Reisen u. s. w. Th. I. S. 43.

mäſsig, allein je mehr die Kraft des Windes wächst, desto mehr ist der Stoſs einseitig und um so höher wird an einzelnen Stellen das Wasser gehoben. Vor allen Dingen aber ist zu berücksichtigen, daſs der Wind seine Richtung meistens keine Minute lang beibehält, wie man bei jedem etwas heftigen Winde an leicht beweglichen Wetterfahnen ohne Ausnahme wahrnimmt. Die wechselnde Richtung des Windes muſs aber eine wechselnde Richtung der erregten Wellen bedingen und daher gewahrt man, daſs zwar die Wellen im Ganzen sich nach der nämlichen Gegend hin bewegen, zugleich aber aus einzelnen, nicht sehr langen, mehr oder minder zusammenhängenden Erhebungen bestehn. Hiernach finden in der Regel gleichzeitig mehrere Wellenlinien statt, die sich unter einem gewissen Winkel schneiden; die Gebrüder Weber[1] versichern, auf Seen und selbst Teichen mehrere linienförmige Wellenordnungen gesehn zu haben, die sich unter einem Winkel von 40 Graden schnitten, und Horsbourgh[2] sagt, es sey nichts Ungewöhnliches, auf dem Oceane zwei Wellenbewegungen zugleich zu sehn, die entgegengesetzte Richtungen haben oder sich durchkreuzen, und zuweilen giebt es deren sogar drei, die mit diesen ihren eigenthümlichen Richtungen und Geschwindigkeiten einen ganzen Tag und noch länger anhalten. Die Gebrüder Weber knüpfen hieran zwei interessante, mit der Erfahrung genau übereinstimmende Folgerungen. Durch diese Kreuzung müssen abwechselnd höhere Wellen entstehn und wieder zerrinnen, wenn die vereinten sich wieder trennen, was bei dem Beobachter die Täuschung erweckt, als ob die Wellen nicht stetig fortschritten, da Letzteres doch der Natur der Sache nach nothwendig ist. Die gröſsern Wellen schreiten, auch der Theorie gemäſs, schneller fort, als die kleinern, und diese letztern, die der Wind zuerst erregt, bleiben daher hinter jenen zurück und scheinen im Verhältniſs zu ihnen zu ruhn, woraus die Täuschung hervorgeht, als ob die groſsen Wellen sich unter einer ruhenden Oberfläche hinglitten. Vorzügliche Berücksichtigung verdient aber die Gestalt der Wellen. Entständen sie bloſs durch die wechseln-

1 Wellenlehre auf Experimente gegründet u. s. w. Leipz. 1825. S. 40.

2 Nicholson's Journ. T. XV. p. 6. G. XXXII. 405.

den Oscillationen des Wassers, so müfsten sie regelmäfsig gekrümmte Erhebungen und Vertiefungen bilden, die Veränderung dieser Form abgerechnet, die in Folge der Durchkreuzung entsteht. Noch verdient aber ein wichtiger Umstand berücksichtigt zu werden, nämlich der fortdauernde Einfluſs des Windes. Dieser, in der Regel geschwinder als die Welle drückt dieselbe von hinten, wenn er die nämliche Richtung hat, und sofern dann ihr Kopf hierdurch stärker vorwärts getrieben wird, erhält sie an der vordern Seite eine einwärts gekrümmte Gestalt und ihre obern Theile schlagen in einzelnen schäumenden Massen über. Ebendieses wird durch die unter einem gewissen Winkel sie treffenden Windstöfse bewirkt und zwar um so mehr, je weniger sie selbst sich in dieser Richtung bewegen, so dafs beide vereinte Ursachen die gekräuselten sogenannten Kämme der Wellen erzeugen.

71) Die Gröfse der Wellen, d. h. ihre Höhe nebst zugehöriger Breite und ihre Länge, wird bedingt durch die Ausdehnung und die Tiefe des Wassers, worin sie entstehn. Nach Bremontier[1] erreichen die Wellen bei starkem und gleichmäfsigem Winde auf einem See oder einem Bassin von 200 bis 300 F. Breite und 3 bis 4 F. Tiefe nie eine gröfsere Höhe als etwa 2 bis 3 Zoll, in den Buchten von Bisçarosse Canau und Hourtins aber, welche von 1 bis 30 F. Tiefe und eine Länge von mehrern Stunden haben, aufserdem aber durch Dünen an ihrer freien Verbindung mit dem Meere gehindert werden, erreichen die Wellen nur 1,5 bis 2 Fufs Höhe. Bei dieser Bestimmung bleibt jedoch fraglich, ob die Höhe vom untersten Puncte des Wellenthales bis zur obersten Spitze des Wellenberges oder vom mittleren gewöhnlichen Wasserspiegel bis zum letztern Puncte gemessen worden ist. Im erstern Falle scheint mir die Höhe zu gering angegeben; denn obgleich der Wind nach dem Zeugnisse der Schiffer, namentlich der Lotsen durch die unüberwindlichen Hindernisse des Landes einen grofsen Theil seiner Kraft verliert, so habe ich doch auf der Elbe bei Cuxhaven, wo ihre Breite zwar unabsehbar ist, aber am Lande bei einem mit dem Ufer parallelen oder unter einem sehr spitzen Winkel von ihm abgewandten Winde Wellen gesehn, deren Höhe mindestens vier Fufs vom tiefsten bis zum

---

1 Journ. de Phys. T. LXXIX. p. 77.

höchsten Puncte betrug. Bei weitem höher sind dagegen die Wellen auf der offenen See, hauptsächlich auf dem grofsen Oceane, denn in eingeschlossenen Meeren, als selbst dem mittelländischen und der Ostsee, können sie nach Coudraye[1] ihre gröfste Höhe gar nicht erreichen. Bergmann[2] giebt an, dafs nach Marsigli's Messungen die Wellenhöhe, vom mittlern Spiegel an gemessen, im mittelländischen Meere nie über 8 Fufs betrage, in der Ostsee seyen sie aber höher, was ich jedoch nicht für wahrscheinlich halte, indem Pisansky[3] die Wellen der Ostsee kleiner, als die der Nordsee nennt, wie auch aus dem nähern Zusammenhange der letztern mit dem grofsen Oceane wohl von selbst folgt. Auf der Nordsee ungefähr in der Mitte zwischen Helgoland und Hull habe ich bei starkem Winde, welcher des Nachts in einen Sturm überging, wodurch einige Schiffe an der englischen Küste scheiterten, die Höhe der Wellen nach dem Augenmafse und aus dem Fallen des Schiffes von der gröfsten Höhe bis in die Tiefe zwischen zwei Wellen zu messen gesucht; sie betrug aber sicher nicht mehr als 12 par. Fufs und wuchs in der Nacht schwerlich bis zu 16 Fufs; am andern Nachmittage, als der Sturm bis zu mäfsiger Heftigkeit sich gelegt hatte, konnte ich richtiger diese Höhe zu etwa 8 Fufs schätzen. Bei Stürmen, die in Orcane übergehn, ist es auf einem Schiffe kaum möglich, die Höhe der Wellen zu messen, da man sich auf dem Verdecke nicht wohl halten kann, von der Küste aus ist dann aber jede Messung unmöglich, weil flache Ufer die Höhe der Wellen bis weit über die Gesichtsweite hinaus vermindern, steile sie vermehren, aufserdem aber die fortgerissenen Wassertheilchen und der hierdurch gebildete Nebel keine genaue Begrenzung wahrnehmen lassen. Um so schätzbarer ist eine Angabe, welche der verewigte v. Horner mir brieflich hierüber mitgetheilt hat. Dieser wifsbegierige Reisende begab sich einst auf dem freien grofsen Oceane bei einem tüchtigen Sturme in den Wandtauen des Schiffes so hoch hinauf, bis der Kamm der Wellen mit dem Horizonte in einer

---

1 Théorie des Vents. Fontenay 1786. 8.

2 Physikalische Erdbeschreibung. A. d. S. von Röhl. Greifsw. 1780. 8. S. 371.

3 Bemerkungen über die Ostsee u. s. w. Königsb. 1782. 8.

Ebene lag, und dann betrug seine Erhebung über den
sten Stand des Schiffes 25 par. Fufs. Bei einer andern
legenheit schätzte er die Höhe eines Wasserberges, we
das Schiff umzuwerfen drohte, auf 32 Fufs. Dieses is
nach wohl die gröfste Höhe, welche die Wellen auf
freien grofsen Oceane erreichen, und also die Angabe von
MONTIER[1] übertrieben, wenn er sagt, dafs nach der A
verschiedener Seefahrer die Höhe der gröfsten Wellen 20
ter erreiche, und wenn von 100 und mehr Fufs hohen
len die Rede ist, so verdienen solche Angaben überall k
Glauben. SCORESBY[2] erwähnt, dafs gewöhnliche W
nach BOYLE 6 Fufs Höhe über dem mittleren Spiegel,
12 F. absolute Höhe haben, und setzt hinzu, dafs auf
dentliche, sich durchkreuzende oder über einander schla
Wellen viel höher sind.

72) Ueber die Tiefe, bis zu welcher sich die den
len zugehörige Bewegung der Wassertheilchen herabwär
streckt, herrschte früher sehr allgemein die durch BERG
verbreitete Meinung, dafs sie nur gering sey, sich auf
Fall nicht weiter als bis 15 Faden tief unter den W
spiegel erstrecke und nach dem Berichte erfahrner See
ner bei 4 Faden schon ganz unbedeutend sey, da die
dischen Perlenfischer kein Bedenken trügen unterzutau
wenn bei stürmischer See die Schiffe nicht auszulaufen
ten. Die Angabe scheint indefs unbegründet, denn die
lenfischer an den Küsten des persischen Meerbusens ta
nur bei ganz heiterem Wetter und die Gebrüder W
nahmen bei kleinen Wellen noch Bewegung der Wasser
chen in einer Tiefe wahr, welche der 350fachen Welle
entsprach. Neuerdings hat jedoch BREMONTIER[4] durc
zweifelhafte Thatsachen dargethan, dafs das Wasser dur
Wellen bis zu 80 und mehr Fufs Tiefe in Bewegung g
wird, auch erwähnt er die Beobachtungen von COUR
wonach die Wellen auf der grofsen Bank von Neufundlan
einer Wassertiefe von 250 bis 300 Fufs keinen freien

---

1 Journ. de Phys. T. LXXIX. p. 92.
2 Account of the Arctic Regions. T. I. p. 219.
3 Wellenlehre S. 43.
4 A. a. O.

nun mehr haben. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daſs die dem Wasser durch die Wellen mitgetheilte Bewegung sich bis zu bedeutender Tiefe erstreckt und daſs diese an vielen Stellen die auſserordentlichen Massen von Sand am Boden des Meeres aufwühlt und fortstöſst, aus welchem die Dünen an den Küsten entstehn.

73) Die Geschwindigkeit des scheinbaren Fortschreitens der Wellen ist gröſser bei den groſsen, als bei den kleinen, wie bereits erwähnt wurde. SCORESBY[1] giebt nur im Allgemeinen an, daſs diese Geschwindigkeit etwa 16 bis 18 engl. Meilen in 1 Stunde betragen möge; allein dieses ist das aus NEWTON's Theorie abgeleitete Resultat. HORSBOURGH[2] schätzt die Geschwindigkeit der Wellen bei einem Passatwinde auf 20 engl. Meilen in 1 Stunde, und in diesem Falle laufen die Wellen dem Schiffe, wenn es in derselben Richtung mit etwa 10 bis 11 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde segelt, weit vor. Ihre Geschwindigkeit läſst sich dann leicht messen, wenn man ein Log auswirft, dieses in eine solche Entfernung vom Schiffe bringt, daſs von der nämlichen Welle zuerst das Log, dann das Schiff gehoben wird, das Zeitintervall zwischen diesen beiden Hebungen miſst und die bekannte Geschwindigkeit des Schiffes hinzuaddirt. Auf diese Weise hat THOMSON[3] Messungen angestellt und die Geschwindigkeit = 29,5 engl. Seemeilen in 1 Stunde gefunden. Nehmen wir aus beiden Angaben das Mittel und setzen wir sonach die Geschwindigkeit der Wellen zu 25 Seemeilen in 1 Stunde, die Seemeile zu 5710 par. F. angenommen, so müſste der Wind fast 40 Fuſs in 1 Secunde zurücklegen, um den Wellen gleich zu kommen, und wenn wir die Geschwindigkeit eines mäſsigen Windes zu 15 Fuſs annehmen, so würden hiernach die Wellen 2⅔mal so geschwind fortschreiten. Schon ARISTOTELES[4] kannte die Erfahrung, daſs die Wellen dem Winde vorauseilen und sich daher zuweilen an solchen Orten und zu Zeiten zeigen, wenn kein Wind wehet, was er für eine Folge davon ansieht, daſs der einmal ertheilte Stoſs

1 Account of the arctic Regions. T. I. p. 219.
2 Nicholson Journ. T. XV. p. 6. G. XXXII. 405.
3 Tilloch's Phil. Mag. N. CCCII. p. 405.
4 Problem. XLI.

sich in der zusammenhängenden Masse des Wassers fortpfl
statt dafs die Luft eine discrete Masse sey und daher ei
ihr begonnene Bewegung wieder aufhören könne. Neuer
hat Nicholson[1] diese Frage wieder zur Untersuchung
bracht, da ihm gemeldet wurde, dafs sich an der Küste
Cornwallis oft heftige Wellen zeigten, denen erst nach
gen Stunden der Sturm nachfolge. Nach der gegebenen
klärung sollen sie durch einen einzelnen plötzlichen V
stofs (*squall*) entstehn, welcher auf die Wasserfläche wi
hineingeworfener Stein wirkt, von welchem aus gleic
einander folgende Wellen sich weithin verbreiten. A
Seefahrer[2] erzählen dieses Phänomen gleichfalls, dafs oft
tige Wellen die Schiffe in schwankende Bewegung s
denen erst später der Sturm folgt, und den Küstenbewo
ist dasselbe hinlänglich bekannt, wie z. B. namentli
Triest, wo zuweilen das Wasser bis über das Niveau der
steigt, ehe der die Wellen aufthürmende Wind (die *Bo*
nannt) sich in der erforderlichen Stärke erhebt. Noch
würdiger ist, was Scoresby[3] angiebt, dafs in gemäfsigte
kalten Gegenden, wo die Winde so veränderlich sind,
oder drei Wellenzüge (*swells*) von verschiedenen Ric
gen gleichzeitig wahrgenommen werden, ja dafs sogar da
man zwei derselben von grofser Stärke gleichzeitig wahrn
gar kein Wind oder ein solcher herrscht, welcher keinen
ihnen zugehört. So erlebte er selbst dieses unter 68°
dafs ein Wellenzug von O.N.O. und ein anderer von W.
deutlich wahrgenommen wurden, als der Wind südlich w
und unter 63° N. B. zeigten zwei heftige Wellenzüge v
und von S. die in diesen Richtungen herrschenden St
während am Orte selbst leichte veränderliche Winde we
die sich noch nicht gelegt hatten, als ein dritter Well
von Osten hinzukam.

74) Die Breite der Wellen, die man am besten
s'Gravesande vom Niveau des Meeres bis wieder zum
veau mifst, so dafs also eine ganze Welle aus einem W
berge und einem Wellenthale besteht, statt dafs andere

---

1 Journ. T. XIV. p. 185. G. XXXII. 397.
2 Richter Reisen. Dresden 1821. Th. II. S. 17.
3 Account cet. T. I. p. 223.

tiefsten Puncte bis wieder dahin messen, was übrigens im Wesentlichen keinen Unterschied macht, soll nach BREMONTIER das Vierfache ihrer Höhe betragen. Ist dieses Verhältniss zu klein, so ist dagegen das durch die Gebrüder WEBER[1] bei ihren Versuchen im Kleinen gefundene = 500:1 wohl zu grofs und pafst auf jeden Fall nur auf eine im hinlänglich tiefen Wasser sich frei bewegende. Die oben erwähnte Messung der Geschwindigkeit der Wellen durch THOMSON giebt inzwischen ein Mittel, um die Breite gewöhnlicher Wellen mindestens annähernd zu bestimmen. Die Methode der Messung setzt voraus, dafs unter den verschiedenen Lagen des Schiffes und des Logs diejenige zur Bestimmung der Geschwindigkeit benutzt werde, wobei sowohl das Logbret als auch das Schiff sich gleichzeitig auf der Spitze zweier nächsten Wellenberge befinden, und die Länge der Log-Linie giebt dann die Breite der ganzen Welle. Diese betrug bei den angegebenen Versuchen 510 Fufs, und da die Wellen, deren Geschwindigkeit gemessen wurde, mit grofser Wahrscheinlichkeit als von mittlerer Gröfse anzunehmen sind und der erfahrene SCORESBY diese zu 12 Fufs ganzer Höhe annimmt, so gäbe 510:12 das Verhältnifs 42,5:1. Aus der Vergleichung dieser Bestimmung mit der durch WEBER gefundenen folgt ferner übereinstimmend mit der Theorie, dafs das Verhältnifs der Breite zur Höhe mit der Gröfse der Wellen abnimmt, und man würde also der Wahrheit vermuthlich nahe kommen, wenn man dasselbe für die mittleren bis zu den höchsten Meereswellen zu etwa 50 bis 20 annähme.

75) Da die Bewegung der Wellen in der erzeugenden Flüssigkeit bis zu bedeutenden Tiefen herabgeht, so mufs sie nothwendig durch den Einflufs des Bodens bedingt seyn, wenn sie diesen erreicht, und die nächste Folge hiervon ist, dafs sie verzögert wird, weswegen die Wellen in zunehmend tieferem Wasser eine bedeutend vermehrte Geschwindigkeit erhalten. Die Länge der Wellen wächst, wenn sie sich frei ausbreiten können, in welchem Falle dann ihre Höhe abnimmt, z. B. wenn in der Mitte einer grofsen Wasserfläche Wellen entstehn, die sich kreisförmig um diesen Punct weiter ausbreiten. Das umgekehrte Verhalten findet statt, wenn der

1 Wellenlehre. S. 116.

Wind vom Lande her weht, die Oberfläche des W
nahe am Ufer glatt oder bloſs mit kleinen Wellen bedeckt is
diese zunehmen, je mehr die fortwirkende Kraft des W
mit wachsender Entfernung stets gröſsere Wellen zu er
vermag. Man sieht hieraus also, daſs Höhe, Breite, I
und Geschwindigkeit der Wellen sich einander wechsel
bedingen. Kommt eine Welle in ihrem Fortschreiten
Untiefen, so wird sie gehoben, und Bremontier nebst
draye wurden hierdurch zu der Ueberzeugung geführt,
die Wellenbewegung sich tief ins Wasser erstreckt, we
groſse Wellen über Sandbänken und Felsen, die in bed
den Tiefen lagen, sich heben sahen. Berühren die W
den Boden über Untiefen anhaltend, so werden sie in
Bewegung gehindert und die einander folgenden verschn
sich bedeutend, weswegen von denen, die auf ein f
Ufer strömen, die vorderste sich am stärksten in die
ausdehnt und zugleich so sehr verflacht, daſs sie bald
sinkt, indem ihre vordere Seite vorauseilt und zuletzt
schlägt. Dagegen behalten die einmal gebildeten Wellen
Gröſse, wenn der auf sie drückende Wind den hintern
um nicht mehr sinken läſst, als der vordere aufsteigt,
wenn dieser durch seinen Stoſs den Abgang wieder e
welchen die Wellen-Oscillation durch die vorhandenen
dernisse der Bewegung nothwendig erleiden muſs; sie w
also abnehmen oder zunehmen, je nachdem diese Kra
ringer oder stärker ist. Ferner folgt aus der Natur s
Oscillationen, daſs die Wellen nicht sofort aufhören,
der Wind sich legt, insbesondere wenn dieses plötzlic
folgt, sondern noch eine Zeit lang mit gleicher, zuweil
gar mit vermehrter Kraft toben, wenn der Wind in der
fernung noch fortdauert. Es tritt dann das ein, wa
Schiffer *hohle See* nennen, was der Beschreibung nach
zu bestehn scheint, daſs auſser den eigentlichen Wellen
gedehnte Vertiefungen und ihnen correspondirende Erh
gen statt finden, vermuthlich weil auſser den gewöhn
Schwingungen noch andere ungleich breitere statt finden
man dieses auch bei den schallenden Schwingungen wahrn
indem kürzere und längere, einen höhern und tiefern
gebende, nicht selten gleichzeitig neben einander zu b
pflegen.

16) Hierdurch wird die Kraft der Wellen bedeutend vergrößert, noch mehr aber durch zwei andere Bedingungen, welche ihre Gewalt bis ins Unglaubliche steigern, nämlich die Verengerung des Raumes, den die Wellenlänge einzunehmen vermag, und die Hindernisse des Bodens, gegen welche die Wellen kämpfen. So wie nämlich die Welle sich mehr verflacht, wenn sie sich weiter in die Länge ausbreiten kann, muſs sie im Gegentheil höher werden, wenn sie in einen engern Raum zusammengedrängt wird. Verflacht sich dann gleichmäſsig der Boden, über welchem die Welle fortschreitet, allmälig, so hindert dieses ihren Fortgang, sie kann an ihrer vordern Seite weniger aufsteigen, als sie an ihrer hintern herabsinkt, wenn sie gleich anfangs höher gehoben wird, und sie muſs daher allmälig abnehmen und sich endlich ganz verlieren. Enthält dagegen der Boden steile Erhöhungen, insbesondere Felsen und hauptsächlich solche, die mit Vertiefungen wechseln, so kann die vordere Welle nicht schnell genug fortschreiten, die nachfolgende ereilt sie, die Wellen stürzen über einander, thürmen sich auf, es entstehn die *Wasserwände* (*barres*), und man erhält die sogenannte *Brandung*, wenn die See brandet, wobei man die dieses bewirkenden Felsen *Brecher* (*breakers*) nennt. Jedes felsige Ufer, wenn auch das anstoſsende Meer unmittelbar daneben eine Tiefe von hundert und mehr Fuſs hat, wie nur selten der Fall ist, muſs solche Brandungen erzeugen, die desto stärker werden, je tiefer und ausgedehnter das Meer ist, weil in gleichem Maſse hiermit die Gröſse der Wellen und dadurch ihre Geschwindigkeit, die Tiefe derselben im Wasser und die Entfernung, bis auf welche die Oscillationen im Ganzen sich erstrecken oder eine Welle der andern folgt, zunehmen müssen. Kein Schiff kann der Gewalt des Wassers in diesen Brandungen widerstehn, und selbst die geübtesten Schwimmer vermögen nicht dagegen anzukämpfen, wenn sie nicht Geschicklichkeit genug besitzen, unterzutauchen und in dem tiefen, minder stark bewegten Wasser fortschwimmend sich den gefährlichen Stellen zu entwinden, was wohl nur einige unter den wilden Stämmen, die als Küstenbewohner mit dem Meere innig vertraut sind, wagen dürfen. Kleine Schiffe werden durch die Gewalt der sich brechenden Wellen umgestürzt und in die Tiefe herabgedrückt, gröſsere hierdurch zerbrochen

oder an den Felsen zerschellt und nur biegsame, den W
len nachgebende Floſse und Rettungsboote von Kork (
boats), die nicht untergehn können, hat man in Vorschlag
bracht, um durch sie zu kommen. Sie sind vorzüglich
an manchen Theilen der Westküste von America, an den
sten von Senegambien[1] und im indischen Ocean, namen
bei Sumatra, wo MARSDEN[2] sie beobachtet hat. An den
sten dieser Insel ist die Brandung (*surf*) so unglaublich
daſs man das Brausen mehrere Meilen weit hört, und es
Fälle vorgekommen, daſs Schiffe ganz umgekehrt wurden
dem die Spitzen der Masten im Sande steckten, ihr u
Ende aber durch das Schiff getrieben war, ja sogar S
von Segeln fand man zusammengedreht und zerrissen.
den die Wellen zwischen enge Ufer der Strommündunge
sammengedrängt, wenn die Richtung ihrer Bewegung
das Strombette treibt, so entstehn die auffallenden Er
nungen, die unter dem Namen *Mascaret*, *Rastern*, *Po*
u. s. w. bekannt sind[3], zwischen Felsen und Klippen
zeigen sich dann Phänomene, die denen beim *Sprung*
ähnlich sind, indem die in einen engen Raum zusamm
drängten Wassermassen, durch stets nachfolgende Welle
trieben, zu 100 und nach BÜFFON selbst bis 200 Fuſ
porgeschleudert werden. So hat man unter andern w
nommen, daſs das Wasser bis 100 Fuſs hoch über den L
thurm bei Eddystone emporspritzte und also eine absolute
von 180 Fuſs erreichte.

77) Hieraus erklärt sich dann auch leicht die groſ
walt, welche die Wellen ausüben; denn obgleich si
aus einer fortgehenden Bewegung des Wassers besteh
giebt doch der sich hebende Wasserberg die Masse u
Fortschreiten desselben die Geschwindigkeit, welche
Gröſsen als Bedingungen des mechanischen Moments
Grunde liegen. Zu einer numerischen Bestimmung der
welche die Wellen auszuüben vermögen, scheinen u

1 S. ADANSON's Reisen. S. 26.

2 Natürliche und bürgerl. Beschreibung der Insel Sumat
d. E. Leipz. 1785. S. 47.

3 S. *Strom*.

4 S. Art. *Sprungkegel*.

[illegible]lichen Thatsachen zu fehlen, da es einen Unterschied [illegible], ob die gegen einen Gegenstand stofsende Welle zu[illegible] ihrem untern Theile anlangt, ob eine frühere kleinere [illegible] und die geringe Wassertiefe sie zurückhält, ob sie ge[illegible] oder in einem Winkel trifft u. s. w.; allein wenn man [illegible] abstrahirt und berücksichtigt, aus was für einer Was[illegible] die Welle besteht, die sich mit einer Geschwindig[illegible] von ungefähr 40 Fufs in einer Secunde bewegt, so er[illegible] man mindestens einen genäherten Ueberschlag der aufser[illegible] Kraft, welche hierdurch ausgeübt werden kann. [illegible] wird das knarrende Geräusch in den Schiffen erklär[illegible], welche aus dem gesundesten Holze mit unübertrefflicher [illegible] zusammengefügt jeder Gewalt, um so mehr der des [illegible] Wassers, trotzen zu können scheinen und dennoch [illegible] Stöfse der Wellen bis zur wahrnehmbaren Aenderung ih[illegible]stalt, bis mindestens zu einiger Biegung nachgeben. So [illegible] es auf KRUSENSTERN's Reise, dafs eine Welle, nach[illegible] sich die Richtung des Sturmes plötzlich geändert hatte, [illegible] der Cajüte zerschlug und einen Theil des Was[illegible] in das Innere des Schiffes trieb. Ebenso wurde auch [illegible] v. KOTZEBUE, als er sich einst bei einem heftigen [illegible] auf dem Verdecke befand, von einer ungeheuren Welle, [illegible] Annäherung er mit Schrecken wahrnahm, betäubt nie[illegible]worfen, so dafs er einige Tage das Bette hüten mufste. [illegible] den vier bei ihm befindlichen Matrosen wurde einer in [illegible] See geschleudert, ein anderer brach ein Bein und die bei[illegible], welche das Steuerruder hielten, wurden stark beschädigt; [illegible] Steuerrad war zerschlagen und der Vordermast, ein Bal[illegible] von zwei Fufs Durchmesser, fand sich zerschmettert[1]. [illegible]TIER[2] legte einst 8 Steine, deren Gewicht von etwa [illegible] 12000 ℔ betrug, auf einen Damm, um die Gewalt zu [illegible], welche die Wellen bei wiederkehrender Fluth ge[illegible]szuüben vermöchten; sie wurden aber insgesammt, [illegible] 50 Fufs weit, fortgestofsen und zuletzt ins Meer ge[illegible]. Durch die gehörige Würdigung der hierbei thätigen [illegible] wird dann auch erklärlich, wie die Meereswellen enor[illegible] Felsmassen überbeugen, so dafs sich Sand darunter anhäuft

1 Literarisches Wochenblatt 1818. N. 21.
2 A. a. O.

und sie zu wachsen scheinen (§. 7.), und wie sie Geschieb (*Drift Stones*) von ungeheurem Gewichte aus dem Wasse auf das Land zu werfen vermögen. Häufig geschieht diese an den brittischen Küsten, wo die Wächter auf den Leucht thürmen sie *Travellers* nennen. Einer von diesen Steinen welcher einst bei Bell-Rock Lighthouse an der Ostküste vo Schottland auf das Ufer geworfen wurde, hielt 30 Kubikfuſ und wog mehr als zwei Tonnen[1] und bei Castle Stuart i Inverneſs-Shire wurde einst ein ähnliches Geschiebe in eine Nacht 260 Yards weit fortgestoſsen[2]; am auffallendsten abe ist, daſs einst der Leuchtthurm zu Eddystone, so sicher auc der kostbare Bau desselben seyn sollte, vom Sturme gänzlic zerstört wurde, indem selbst das Fundament verschwunde war, und einige Glieder der zum Anhalten der Schiffe die nenden Kette sich so fest zwischen die gehobenen Felsen ge klemmt fanden, daſs sie mit Schieſspulver herausgesprengt wer den muſsten.

78) Ein höchst merkwürdiges, seit den ältesten Zeite bekanntes Problem ist das Besänftigen der Wellen durch Oe oder überhaupt durch jede über dem Wasser oberflächlich sic verbreitende Flüssigkeit[3]. Schon Aristoteles[4] giebt a das Meerwasser werde durch aufgegossenes Oel durchsichtige ein Mittel, dessen sich die Fischer bedienen, um nach da durch geebneterer Oberfläche besser sehn zu können. Plu tarch[5] wiederholt die Angabe des Aristoteles und desse Erklärung ausführlicher, nämlich daſs der Wind von der gla ten Oberfläche abgleite und daher keine Wellen bilden könn widerlegt diese aber mit der Erfahrung, daſs die Taucher Oe in den Mund nehmen, um nach dem Ausspeien desselbe unter dem Wasser besser zu sehn. Auch Plinius[6] bericht bloſs die Thatsache, daſs nämlich Oel das Meer besänftig

---

1 Edinb. Phil. Journ. N. V. p. 42.

2 G. LXIX. 105.

3 E. H. Weber u. W. Weber haben in ihrem mehrerwähnten We ke: Wellenlehre auf Experimente gegründet u. s. w. Leipz. 1825. S. 60 ff. alles zusammengestellt, was über dieses Problem bisher ve handelt worden ist.

4 Problem. XLI. Sect. XXII. u. XXIII.

5 Quaest. Natur. Cap. XII.

6 Hist. Nat. Lib. II. cap. 103 u. 106.

und durchsichtiger mache, ohne eine Erklärung hinzuzufügen. Einige[1] beziehn hierauf eine Angabe des Canisius[2], welcher unter den Wundern des Cudbertus erwähnt, dafs er einem Priester zu einer Seereise geweihtes Oel mitgegeben habe, wodurch dieser im Stande war, das durch Sturm bewegte Meer sogleich zu besänftigen, und eine Stelle im Erasmus[3], worin vom Ausgiefsen alles vorhandenen Oels in das Meer geredet wird; allein die erstere Nachricht bezieht sich ohne Zweifel auf die Wunderkraft des geweihten Oels im Allgemeinen und auf ähnliche Weise ist vermuthlich auch die zweite Stelle zu deuten. Viel beweisender, dafs die Kenntniss dieses Mittels sich fortwährend erhielt, ist die gleichfalls angegebene Aeufserung Linné's[4], welcher von Gronov hörte, die holländischen Grönlandsfahrer nähmen stets einige Fässer voll Oel zur Besänftigung der Wellen mit, auch heifst es, dafs bei einem Brande in London Oel in den Flufs gegossen wurde, um es dem Feuer zu entziehn, wobei man aber bemerkte, dafs augenblicklich die Wellen ruhiger wurden, wie denn auch ein altes Gesetz verordnen soll, wenn bei einem Sturme Güter über Bord geworfen würden, das unter der Ladung etwa befindliche Oel zuerst auszuschütten. Endlich kann hierhin gerechnet werden der Gebrauch einiger portugiesischen, spanischen und italienischen Matrosen, das Spülwasser mit den Resten des Fettes der Speisen in das Meer zu schütten, als ein Opfer auf die Lampe einer gewissen Nossa Senhora zur Besänftigung des Meeres[5].

79) Der erste, welcher in neuern Zeiten diese Aufgabe als eine wissenschaftliche behandelte, war der berühmte Franklin[6]. Dieser erfuhr durch Brownrigg, dafs nach der Aussage Gilfred Lawson's die Austernfischer unweit Gibraltar die Bewegung des Meeres durch etwas ausgegossenes Oel besänftigen, um besser unter dem Wasser sehn zu können. Ferner hörte er, dafs die Taucher im mittelländischen Meere zu-

1 Otto in Allg. geogr. Ephem. Th. II. S. 516.
2 Lect. ant. T. II. p. 8. ed. Basn.
3 Colloq. e rec. P. Rabii. Ulm 1747. p. 262.
4 Reise durch Westgothland. S. 304.
5 Gött. Mag. Jahrg. II. St. VI. S. 332.
6 Phil. Trans. T. LXIV. P. II. p. 445. Journ. de Phys. T. LXV. p. 277.

weilen etwas Oel aus dem Munde lassen, um besser sehn zu können; auch erzählte ihm ein alter Capitain, dafs die Bermudier Oel auf das unruhige Meer giefsen, um die Fische zu sehn, die sie fangen wollen. Als fernere Beweise dienten ihm die Angabe PENNANT's[1], dafs die schottischen Fischer die Anwesenheit der Seekälber aus der Ruhe des Meeres über ihnen erkennen, wenn sie einen fetten Fisch fressen, ferner die Bemerkung, dafs der von den Wallfischfängern im Hafen zu Newport ausfliefsende Thran die See ruhig mache, und vor allen Dingen eine ausführliche Erzählung TENGNAGEL's, dafs bei der Insel Amsterdam einst ein Schiffscapitain während eines Sturmes wiederholt kleine Quantitäten Oel ins Meer giefsen liefs, dadurch die Wellen besänftigte und sein Schiff vom Untergange rettete. Uebereinstimmend hiermit erzählt LELYVELD[2], dafs die Fischer im Texel das Wasser durch Oel besänftigen, wenn sie Butten fangen wollen. Um die Sache zu prüfen, gofs FRANKLIN auf einen Teich nur einen einzigen Theelöffel voll Oel und bemerkte zu seiner Verwunderung, dafs eine Fläche desselben von ½ Acre, über welche das Oel sich ausbreitete, sofort spiegelglatt wurde. Diesen Versuch wiederholte er nachher mehrmals mit gleichem Erfolge und dabei entdeckte er zugleich eine von denjenigen Erscheinungen, welche später die Aufmerksamkeit vieler Physiker auf sich gezogen haben[3]. Er sah nämlich, als er seinen Versuch in SMEATON's Gegenwart wiederholen wollte, dafs eine in Oel ertränkte Fliege auf Wasser geworfen sich schnell um sich selbst drehte, wodurch er veranlafst wurde, kleine Stückchen Holz oder Papier am einen Ende mit Oel zu bestreichen und dadurch eine Umdrehung derselben auf dem Wasser zu bewirken. Die Gebrüder WEBER[4] haben diese und ähnliche Versuche mit Rübsenöl, Olivenöl, Mandelöl, Terpentinöl, Nelkenöl, Bergöl und Hirschhornöl wiederholt und gefunden, dafs

---

1 Brit. Zool. 1776. T. IV. Art. Seal.

2 Essay sur les moyens de diminuer les dangers de la mer par l'effusion de l'huile cet. Amst. 1776. S. Gött. Gel. Anz. 1777. St. 12. S. 179.

3 Vergl. *Adhaesion*. Bd. I. S. 199.

4 Wellenlehre S. 78. CHALLIS scheint diese vielen Thatsachen nicht gekannt zu haben, als er das Phänomen bekannt machte. S. London and Edinb. Phil. Mag. N. XLVII. p. 288.

alle diese sich über einer Wasserfläche mit grofser Gewalt ausbreiten, so dafs sie kleine Körperchen fortstofsen, selbst wenn sich über Kalkwasser eine feine Haut gebildet hat. Am interessantesten sind die Erscheinungen, wenn man kleine Papierschnitzeln oder Stücke von der Fahne einer Feder am einen Ende nur am Rande mit etwas Oel, wozu Nelkenöl am geeignetsten ist, bestreicht und auf Wasser wirft, indem man hierdurch die verschiedensten Drehungen hervorbringen kann. Wenn die Oele sich gleichzeitig über der Wasserfläche ausbreiten, so spielt die dadurch erzeugte dünne Haut mit Regenbogenfarben. Aehnliche Phänomene zeigen kleine Stückchen Kampfer, die man am einen Ende anzündet. Wirft man ein mit Lavendelöl getränktes Stück Zucker in Wasser bis etwa 1 Zoll tief unter dessen Oberfläche, so werden von dem sich auflösenden Zucker kleine Quantitäten Oel fortgetragen, die bei ihrer Ankunft auf der Oberfläche sich so gewaltsam ausbreiten, dafs dadurch kleine Wellen entstehn. Die Erscheinungen werden verstärkt, wenn man dem Wasser vorher so viel kaustisches Kali oder ätzenden Kalk zusetzt, als es aufnehmen kann. Aus allen Umständen geht übrigens deutlich hervor, dafs die Adhäsion des Oels zum Wasser hierbei die wirkende Ursache und also die gegebene Erklärung der drehenden Bewegungen des Kampfers die richtige sey.

Franklin wollte die Kraft des Oeles zur Besänftigung der Brandung ausmitteln, wie er gehört hatte, dafs dieses durch die Fischer zu Lissabon geschehe, wenn sie in den Flufs einlaufen wollen, und er stellte daher mit dem Capitain Bentinck in Gegenwart von Bancks, Solander und Blagden einen Versuch an, indem er von einer segelnden Barke aus fortwährend Oel in einem kleinen Strome auf die brandenden Wellen giefsen liefs, während am Ufer der Küste und in einem vor Anker liegenden Boote die Wirkung desselben beobachtet wurde. Die Brandung ward dadurch nicht aufgehoben, jedoch schienen die kleinen kräuselnden Wellen besänftigt, und wo das Oel sich ausbreitete, entstand eine beruhigte Strecke, die ein zufällig vorbeisegelndes Schiff zur Bahn wählte. Lelyveld erzählt aufser dem oben Angegebenen noch eine Menge andere Beispiele von der besänftigenden Kraft des Oeles und v. Zach[1] stimmt der Meinung des

1 Correspondance astron. 1822. Cah. XXVII. p. 492.

P. Frisi[1] nicht bei, welcher diese Kraft des Oeles ganz in Zweifel zieht, vielmehr erzählt er, dafs ein Mitglied der Société Roy. humaine im Jahre 1800 vorgeschlagen habe, Oel mit Feuerspritzen über das Meer zu spritzen, wenn man gestrandete Schiffe retten wolle, weil man nur dann mit Erfolg ihnen Hülfe leisten könne, und gründete, als erfahrner Seemann diesen Vorschlag auf verschiedene Beispiele, in denen er die Kraft des Oeles selbst bei seinem und andern Schiffen wahrgenommen hatte. Ferner erzählt Osorezkowsky[2], dafs er einst bei stürmischem Wetter sein Schiff am Ausflusse der Wolchawa in den Ladoga-See vor Anker gelegt und in vier Malen nach einander im Ganzen 42 ℔. Leinöl ins Wasser gegossen habe. Dadurch sey die ganze Strecke so eben als eine Spiegelfläche geworden und es habe geschienen, als ob die Wellen durch die Last des Oeles niedergedrückt würden. Am überzeugendsten sind wohl ohne Zweifel die Thatsachen, welche C. E. M. Richter[3] hierüber mittheilt. Einst stand er auf Porto Santo am Ufer und sah, wie ein Schiff von den Ankern losgerissen in den Wellen zu Grunde ging. Bald zeigte sich mitten in der Bay ein Boot, welches dem Strande zugetrieben wurde, und als es ihn eben erreicht, schien das Meer um dasselbe still zu werden, denn es hatte ein Ansehn als bei völliger Ruhe. Die Wellen erhoben sich aber bald wieder und schleuderten, jedoch ohne zu branden, das Boot hoch auf den Strand; die Menschen sprangen heraus und eilten der Höhe zu, um nicht von den nachfolgenden Wellen eingeholt zu werden. Die Ursache dieses günstigen Ausganges war ein Fäfschen mit Oel, dessen Boden im Augenblicke des Landens eingeschlagen wurde, so dafs der Inhalt sich über dem Wasser ausbreitete und die tobenden Wellen auf einen Augenblick besänftigte.

80) Viele haben sich bemüht, das Phänomen zu erklären, welches allerdings sehr auffallend ist, da man kaum begreift, wie eine so geringe Quantität Flüssigkeit die uner-

---

1 Opusc. filos. Milano 1781. Diss. III. dell' azione dell' olio sull' acqua. p. 59.

2 Halle Magie Th. IV. S. 566.

3 Reisen zu Wasser und zu Lande. Dresden 1821. Th. II. S. 66 ff.

meſsliche Kraft der Wellen zu bändigen vermöge. Dieses ist außer einigen der bisher genannten Zeugen für die Richtigkeit der Thatsache unter andern versucht worden durch ACHARD[1], WALL, PERCIVAL[2], PATTERSON[3], MEISTER[4], MÜLLER[5], ROBINET[6] und BELLANI[7]. Nach ARISTOTELES liegt die Ursache darin, daſs der Wind über der glattern Fläche des Oeles abgleitet. FRANKLIN sah wohl ein, daſs eine so geringe Quantität einer fettigen Flüssigkeit die vorhandenen Wellen nicht eigentlich niederdrücken könne, allein er berücksichtigte zugleich die Entstehung der Wellen, sofern der Wind durch sein Anhängen an das Wasser nur eine kleine Welle erzeugt, die dann, indem sie niedersinkt, eine andere entstehen macht, und so erfolgt zuletzt das bedeutende Aufthürmen des Wassers durch den stets erneuerten Impuls, wie wenn man eine Glocke durch einen geringen Druck mit dem Finger in Bewegung setzt und diesen geringen Stoſs stets wiederholt, wodurch zuletzt Oscillationen entstehn, denen nichts zu widerstehn vermag. Hört aber dieser kleine Impuls auf, so werden auch die Schwingungen abnehmen und aufhören. Das Oel breitet sich auf der glatten und obendrein abstoſsenden Fläche des Wassers aus, der Wind gleitet darüber hin und kann daher die ersten Wellen (die nach FRANKLIN in ihrem Fortgange durch stets neuen Impuls zu den gröſsern anwachsen) nicht bilden. Man würde sie daher gänzlich durch dieses Mittel zu stillen vermögen, wenn man ihren Anfang, wie bei einem Teiche, erreichen könnte, aber auch die bereits gebildeten werden dadurch vermindert, indem die kleinen, die über den gröſsern stets aufs Neue zu entstehn pflegen, nicht mehr gebildet werden, und vielleicht drückt auch der Wind die groſsen durch sein Hinfahren über die glatte Oberfläche nieder. PATTERSON, ACHARD und andere finden die Ursache hauptsächlich in der Gegenwirkung der in den ungleich specifisch schweren Flüssigkeiten entstehenden Schwingungen, die sich eben dadurch

1 Samml. physik. und chem. Abh. Th. I. S. 83.
2 Manchester Mem. T. II.
3 Amer. Phil. Trans. T. III. Vergl. Bibl. Brit. T. IX. p. 1.
4 Comment. Soc. Reg. Gott. 1768. p. 35.
5 Götting. Magaz. Jahrg. II. St. 6. S. 323.
6 Journ. de Phys. T. LXV. p. 277.
7 Brugnatelli Giorn. T. I. p. 257.

einander aufheben müssen. Das Oel würde also hiernach a
gleiche Weise wirken, als die Strohkränze, welche bei
Transportiren des Bieres in offenen Gefäfsen auf die Oberflä
che der Flüssigkeit gelegt zu werden pflegen, um das Her
ausspritzen zu verhüten, oder wie die leichten hölzerne
Kreuze, deren sich die Milchträgerinnen zu gleichem Zweck
bedienen. ACHARD räth daher auch, durch eine Anzahl lee
rer Tonnen oder mit Luft gefüllter blechener Kasten die to
benden Wellen zu besänftigen. MÜLLER und vorzüglich di
Gebrüder WEBER zeigen indefs genügend, dafs die von AR
STOTELES und später von FRANKLIN gehegte Ansicht in d
Hauptsache die richtige sey, und suchen daher die Ursacl
des merkwürdigen Phänomens theils in einer geringen Bindun
der Oberfläche des Wassers durch das sich ausbreitende Oe
theils und hauptsächlich in der glättern Oberfläche, welche d
Anhaften des Windes und daher die Bildung der kleine
Wellen, die auf jeden Fall die Wirkung im Ganzen verstä
ken, so wie auch das Ueberschlagen der Kämme der gr
fsen Wellen, nicht gestattet. Zugleich mag FRANKLIN dar
wohl Recht haben, dafs dann der Wind momentan mehr ni
derdrückt und besänftigt, als stets neu aufregt, und es ble
ben alsdann nur die regelmäfsigen, einmal erregten grofs
Wellen übrig. Dann ist aber zugleich auch ein Umstand
berücksichtigen, welchen RICHTER mit Grunde hervorgehob
hat. Das Oel bewirkt nämlich, dafs die Wellen, die so
am Strande brechen würden, sich wie ein dicker Wulst a
das Ufer wälzen und das Schiff, anstatt es an die Kante
setzen und dem Schlagen der kräuselnden Wellen blofszust
len, so weit auf den Strand hinaufschieben, dafs die nachf
genden dasselbe nicht mehr erreichen können und nur schwa
dagegenstofsen. Das Oel wird mit Erfolg auch dann ang
wandt, wenn ein Fahrzeug bereits auf den Strand, aber ni
hoch genug gesetzt ist, um die kleinern Wellen so weit
besänftigen, dafs die nächst gröfsere dasselbe wieder hebt u
höher auf dem Strande in flacherem Wasser absetzt.

81) Die dritte Art der Bewegung des Meeres, aufser
Ebbe und Fluth und den Wellen, geben die verschieden
Strömungen. Als allgemeine Ursachen derselben kennt m
die Rotation der Erde, die Anziehung der Sonne und
Mondes, den Unterschied der Temperaturen und vorzügli

die Winde; diese, in Verbindung mit der Gestalt der Länder und Küsten, der wechselnden Tiefe des Meergrundes und sonstigen örtlichen Verschiedenheiten, bedingen die Gröfse, Richtung und Dauer der Meeresströme. Rücksichtlich ihrer Dauer sind sie beständige oder wechselnde, und die letztern entweder periodische oder veränderliche, in Beziehung auf ihre Tiefe unterscheidet man aber *ganze Ströme* (*bodily current*), *Unterströme* und *Oberströme*. Man entdeckt sie durch den Einflufs, den sie auf die Schiffe oder sonstige in sie kommende Körper ausüben, jedoch sind sie im tiefen Wasser nicht leicht aufzufinden, und noch schwieriger ist es, ihre Geschwindigkeit genau zu messen. Ganze Ströme und Oberströme werden leicht durch das Forttreiben der Schiffe oder sonstiger auf ihnen schwimmender Körper gemessen und im seichten Wasser am leichtesten und sichersten dadurch, dafs man einen schweren Körper auf den Boden hinabsenkt und die Zeit bestimmt, während welcher sich ein Boot eine gewisse Strecke von ihm entfernt. Wenn man aber, wie gewöhnlich geschieht, einen schweren Körper, z. B. einen eisernen Kessel, an einem Taue hinabsenkt und dann die Richtung sowohl, als auch die Geschwindigkeit aus der Ablenkung des Taues von der verticalen Linie bestimmen will, so ist dieses ein unsicheres und oft ein gar nicht anzuwendendes Mittel, insofern es blofs das Verhältnifs der Bewegungen an der Oberfläche und in gröfserer Tiefe angiebt. Um die Richtung und Geschwindigkeit der gröfsern, für die Schifffahrt bedeutenden Strömungen aufzufinden, wenn man kein Land sehen und das Schiff nicht vor Anker legen kann, pflegt man den Lauf des Schiffes aus der Beobachtung der Länge und Breite und nach der Schiffsrechnung zu bestimmen, deren Unterschied als eine Folge der Strömungen betrachtet wird. Es erfordert jedoch grofse Aufmerksamkeit, die Schiffsrechnung mit gehöriger Genauigkeit für diesen Zweck zu führen[1].

82) Die gröfste Meeresströmung ist die allgemeine westliche[2] des ganzen Oceans in der äquatorischen Zone und an

---

1 Sabine Account of Experiments cet. p. 426.

2 Der bei den Schiffern eingeführte Sprachgebrauch ist, dafs der Wind nach derjenigen Weltgegend benannt wird, woher er kommt, das Wasser dagegen, wohin es fliefst. Der unter den Tro-

vielen Stellen noch darüber hinaus. Sie heifst von der
gend, der sie angehört, *Aequinoctialströmung* und be
darin, dafs die Gewässer der grofsen Oceane in einer Rich
von Osten nach Westen mit einer Geschwindigkeit von
gefähr zwei bis drei geographischen Meilen in einem Tage
men, so dafs die Schiffe in ebendieser Richtung durch l
dieser Strömung und zugleich des ebendaselbst herrsche
Passatwindes schnell segeln, mithin den Weg von E
nach Ostindien in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit zurück
würden, wenn die Landenge von Panama ihnen einen D
gang verstattete. Man trifft sie im atlantischen Meere
schen Africa und America, dann findet sie sich wieder im
len Oceane, geht bis zum indischen Meere fort durch
Meerenge von Java, beugt sich um die Südspitze von A
und kommt wieder in der magellanischen Meerenge zum
schein. Unter dem Aequator ist sie im Ganzen rein wes
nordwärts vor demselben wird sie etwas nordwestlich,
wärts von ihm südwestlich, unter höhern Breiten geht sie
in anders gerichtete, durch anderweitige Bedingungen er
Strömungen über, die sie gröfstentheils veranlafst.

Wenn man die Ursachen dieser Strömung aufsucht
könnte es auf den ersten Blick zweifelhaft scheinen, o
unter dem Aequator gleichfalls herrschende beständige
wind, der Passatwind, Ursache dieser Bewegung des M
sey oder umgekehrt, da es nichts Widersprechendes einsch
anzunehmen, dafs die Luft vermöge ihrer Adhäsion zum
ser in der nämlichen Richtung, worin letzteres strömt,
fortgerissen würde; allein bei genauerer Betrachtung unte
die erstere Annahme wohl keinem Zweifel; denn die ös
Luftströmung zeigt sich auch über weit ausgedehnten E
auf dem Continente und aufserdem ist sie schneller als di
Wassers. Als Hauptursache dieser Aequinoctialströmun
jedoch der stete Wechsel der Ebbe und Fluth in Verbin
mit dem Einflusse, welchen der Umschwung der Erde un
Axe herbeiführt, anzunehmen. Denkt man sich nämlich

pen wehende Passatwind heifst daher Ostwind, der Strom des in
cher Richtung fliefsenden Wassers müfste dagegen Weststrom h
wie man ihn zuweilen nennt. Meistens redet man von westlicher
mung.

der Mond, wenn man diesen wegen seiner stärkern Wirkung mit Uebergehung des ähnlichen Einflusses der Sonne allein berücksichtigt, binnen etwa 25 Stunden von Osten nach Westen scheinbar um die Erde läuft und das Meer so in die Höhe hebt, daſs es ungefähr 2,5 Stunden nach dem Durchgange dieses Trabanten durch den Meridian eines Ortes unter ebendiesem seine gröſste Höhe erreicht, so folgen hieraus zwei Wirkungen nothwendig. Zuerst muſs das Wasser hinter dem fortrückenden Monde her gezogen werden und durch die stets wirkende Kraft endlich nach dem Gesetze der Trägheit eine eigene Bewegung von Osten nach Westen erhalten. Zweitens aber wird das Gewicht der Wassersäulen an den angezogenen Stellen unter dem Aequator durch diese Anziehung geringer werden, die hierdurch erzeugte Umwandlung der runden Erdkugel zur elliptischen Form muſs sich auch nach den Polen hin erstrecken und der Druck des Wassers daselbst unter denjenigen Meridianen, unter denen die Fluth ihr Maximum erreicht hat oder welche gerade vom Monde am stärksten angezogen werden, muſs also zunehmen. Hierzu kommt als mitwirkende Bedingung, daſs das Meer unter dem Aequator stark verdunstet, der erzeugte Wasserdampf durch Luftströmungen nach den Polen hin abflieſst und zum groſsen Theile in den gemäſsigten Zonen und den Polargegenden als Hydrometeore wieder herabfällt, wodurch also die Masse des Meerwassers dort unausgesetzt vermindert, hier dagegen vermehrt wird. Aus beiden Ursachen muſs nothwendig ein stetes Strömen des Wassers von den Polargegenden nach dem Aequator hin statt finden. Hätte die Erde keine Umdrehung um ihre Axe, so würde hieraus eine wechselnde Strömung, gröſstentheils in der Tiefe, von den Polen zum Aequator und vom Aequator wieder auf der Oberfläche nach den Polen hin entstehn. Nehmen wir aber an, daſs ein unter dem Pole befindliches, an der Rotation der Erde nicht theilnehmendes Wassertheilchen in einer verschwindend kleinen Zeit plötzlich unter den Aequator gelangte, so würden sich die äuſsersten Puncte der Erde mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1400 Fuſs in einer Secunde unter demselben in der Richtung von Westen nach Osten wegbewegen, oder wenn man diese Rotationsbewegung, wie wirklich der Fall ist, nicht wahrnähme, so würde es selbst mit einer gleichen Geschwindigkeit sich in entgegengesetzter

Richtung zu bewegen scheinen. Es muſs daher jedes Wa
theilchen, welches von den Polen dem Aequator zufliefst,
um so viel schnellere Bewegung von Osten nach Westen an
men, je mehr und in je kürzerer Zeit es sich dem Aeq
nähert, durch seine Adhäsion an die übrigen Wasserthei
aber, welche an dem Unschwunge der Erde um ihre Ax
reits Theil nehmen, um so viel mehr verzögert werden, je l
es mit ihnen in Berührung bleibt oder je längere Zeit e
braucht, um aus den höhern in die niedern Breiten zu g
gen. Hieraus wird also deutlich, auf welche Weise
den vereinten Einfluſs der Ebbe und Fluth und der Ro
der Erde die allgemeine westliche Strömung der Meere i
Aequinoctialgegenden entstehn müsse.

83) Unter den verschiedenen Strömungen, welche
diese allgemeine westliche erzeugt oder mindestens be
werden, ist für Europa der *Golphstrom* bei weitem der
tigste. Man darf annehmen, daſs diese ganze Strömung
Ursprung dicht an der africanischen Küste erhält und
dem Namen des *äquatorischen Stromes* den Küsten Am
entgegenfliefst. Nach Rennel[1] erhält er seinen Anfang
mittelbar unter dem Aequator, indem nördlich über de
ben gerade die entgegengesetzte Strömung herrscht, wo
starke Ströme einander parallel nach ganz entgegenges
Richtungen fliefsen. Im Meridian von St. Thomas ist
nördlichste Grenze zwischen 2 bis 3 Grad südlicher B
seine Richtung genau westlich zwischen 7°,5 östl. und
westl. Länge von Greenwich und seine Geschwindigkeit
gefähr 40 Seemeilen in 24 Stunden. Unter 8° westl. L
und 5° südl. B. ist die Richtung der allgemeinen Strö
von S. O. herkommend, diese stöſst also schräg gegen
Aequatorialstrom und dient hierdurch zu seiner Unterstü
Unter 23° westl. L. theilt er sich in zwei Arme, deren
etwas nach N. W. gerichtet sein Wasser in das atlan
Meer ausbreitet, der andere dagegen, bei weitem der stä
nimmt eine Richtung nach S. W. hin an und behält dies
bis an die Küsten von America, wo er durch den Vorsp
der Küste zwischen Cap St. Roque und Cap St. Augustin

---

1 Investigation of the Currents of the Atlantic Ocean. 1832. Vergl. Sabine Account of Experiments cet. p. 441.

sich in zwei Arme theilt, deren einer eine südwestliche, der andere eine nordwestl. Richtung erhält. Der erstere geht längst der südamerican. Küste hinab und trägt zur Erzeugung der bedeutenden Strömung in der Magellan'schen Strafse bei, die wieder mit den Strömungen der Südsee zusammenhängt, der andere läuft in der Richtung nach N. W. unfern der americanischen Küste entlang, anfangs mit etwa 62 Seemeilen Geschwindigkeit, von Maranhan an aber mit der enormen Schnelligkeit von 99 Seemeilen in 24 Stunden, welche näher bei der Küste allmälig bis auf etwa 12 Meilen in derselben Zeit abnimmt. Diese Geschwindigkeit behält er jedoch nicht lange, sondern sie wird auf weniger als 20 Meilen vermindert, welche ihm unfern Jamaica noch bleiben, und jenes Maximum erreicht er nur durch den Einfluſs des schräg auf ihn stofsenden Amazonenflusses. Auf diese Weise strömt der Hauptarm des Aequatorialstromes in abwechselnden Krümmungen und veränderlicher Geschwindigkeit in den mexicanischen Meerbusen, wendet sich in diesem Golph ungefähr in einem Halbkreise und strömt zwischen Havannah und Florida unter dem Namen des Golphstromes wieder aus.

Der *Golphstrom*[1], dessen Anfang in den Golph von Mexico gesetzt wird, besteht in der Hauptsache aus dem warmen Wasser, welches der Aequatorialstrom in jenen Meerbusen zusammendrängt und dessen Temperatur noch durch unterirdische Wärme in der Gegend der Antillen vermehrt wird, so dafs ungeachtet der Aufnahme des kältern Wassers der Ströme, die von Norden her sich in jenes Meer ergiefsen, seine Temperatur von SABINE im November noch = 27° C. gemessen wurde. Dieses ist also die Wärme des Wassers beim Anfange des Stromes und seine Geschwindigkeit wurde von ebendemselben mit grofser Genauigkeit = 70 Seemeilen in 24 Stunden gemessen. Die hier angegebene Geschwindigkeit in seiner Mitte ist gröfser als an den Seiten, aber höchst merkwürdig muſs es scheinen, dafs sie nach SABINE's Messung weiter zwischen Charlestown und Cap Hatteras geringer wird, aber jenseits des letzten Ortes bedeutend und zwar bis

1 Eine Zeichnung der Breite und Richtung dieses merkwürdigen Meeresstromes findet sich in JOHN MELISH Reise nach den vereinten Staaten. Weim. 1819. S. 29.

zu 77 Seemeilen in 24 Stunden zunimmt. Diese Messung wurde jedoch im Winter gemacht, und SABINE glaubt, dafs in dieser Jahrszeit das Verhalten gerade das umgekehrte ist. Hiernach soll der Strom bei seinem Eintritt in das atlantische Meer aus dem Meerbusen von Florida im Sommer eine Geschwindigkeit von 80 Seemeilen in 24 Stunden haben, bei seiner Richtung nach NO. an den Küsten America's hin kein Hindernifs finden, vielmehr durch seine westliche Ausbreitung in die grofse Bucht zwischen Hatteras und Nantucket bis unter 70 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden herabsinken. Im Winter dagegen soll das Niveau des Meerbusens von Mexico abnehmen (vielleicht weil periodische Regen und Stürme sich mehr nach Süden hin ziehn), dagegen stärkere Strömungen gegen die nördliche und westliche Seite des Stromes in Folge der nördlichen und nordöstlichen Winde statt finden, welche das Wasser desselben hindern, die Bänke von Nantucket und St. Georg bei Neufundland zu erreichen, dagegen die Wassermasse des Meeres zwischen Cap Hatteras und Nantucket aufhäufen und die Geschwindigkeit des Stromes über die anfängliche erhöhn. Diese Ansicht stimmt ganz damit überein, dafs v. HUMBOLDT[1] die Geschwindigkeit des Stromes unter etwa 26° N. B., also nachdem er sich nach seinem Austritte aus dem Bahama-Canale ganz nach Norden gewandt hat, im Mai = 80 Seemeilen in 24 Stunden fand, welches 5,25 Fufs in 1 Secunde beträgt, und an einigen Stellen soll die Geschwindigkeit noch gröfser seyn. Seine Richtung behält er von hier an bei, bis er durch die grofse Bank von Neufundland abgewandt wird, und seine Breite, welche Boston gegenüber etwa 80 Seemeilen beträgt, bleibt sich an der americanischen Küste ziemlich gleich, die Temperatur aber vermindert sich allmälig, doch ist sie in der Gegend der grofsen Bank von Neufundland, nach einer Strecke von mehr als 1000 Seemeilen, noch gegen 21° bis 22° C., statt dafs die der Meeresoberfläche dort nicht mehr als 9° bis 10° C. beträgt. Vor der Erreichung der genannten Bank wendet er sich östlich und strömt in dieser, auch wohl in südöstlicher Richtung nach den Azoren, über welche er nach RENNEL selten hinausgeht, indem sein Wasser, in dem des Oceans ausgebreitet, sich nach

1 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 88 ff.

den Küsten Africa's wendet. Inzwischen fand Sabine[1] zwischen 33° bis 38° und selbst bis 44° N. B. und zwischen 19° bis 16° westl. Länge von Greenwich eine so ungewöhnlich höhere Temperatur des Meeres, dafs er diese nur von einer Fortsetzung des Golphstromes ableiten konnte, wobei er noch andere Beispiele, namentlich von Franklin[2], anführt, welcher eine solche vermehrte Wärme unter dem 45sten Grade N. B. bis nach dem Meerbusen von Biscaya hin wahrnahm. Solche Ausnahmen betrachtet er als Folgen ungewöhnlich starker Stürme, die eine gröfsere Menge Wasser in den caraibischen und mexicanischen Meerbusen zusammenpressen, so dafs der Golphstrom dadurch eine gröfsere Gewalt erhält, oder auch westlicher Stürme, die das Wasser desselben diesseits America's den europäischen Küsten näher bringen. Dafs solche Ausnahmen durch ihren Einflufs auf die Witterung ungewöhnliche Erscheinungen der letztern herbeiführen müssen, die in Europa wahrgenommen unerklärlich scheinen, läfst sich nicht bezweifeln. Aufser der höhern Temperatur zeichnet sich der eigentliche Golphstrom noch aus durch seine tief blaue Farbe und eine Menge Meergras, welches er mit sich führt. Nicht sowohl ein eigener Arm dieses Stromes, dessen Existenz jedoch Scoresby[3] annimmt, als vielmehr eine bedeutende Quantität seines Wassers, die nach der Menge und Stärke westlicher und südwestlicher Winde zunimmt, fliefst in den Canal, nach den Küsten Englands, Irlands, selbst nach den hebridischen Inseln und den norwegischen Küsten, woraus man die höhere Temperatur jener Gegend, als welche ihrer Breite zukommt, ableitet. Manche Gegenstände, die von den americanischen Küsten dorthin getrieben werden, dienen als weitere Beweise dieser Annahme[4]. Diese allgemeine Bewegung des Wassers aus niedern Breiten nach den höhern erreicht jedoch an den skandinavischen Küsten ihr Ende nicht, sondern geht noch weiter über Nova-Zembla und Spitzbergen hinaus, je-

1 Account of Experiments cet. p. 429.
2 Transact. of the Amer. Soc. T. II. p. 315.
3 Account of the Arct. Reg. T. I. p. 206.
4 Vergl. Hydraulic and nautical observations cet. by Governor Pownal. Lond. 1787. 4. Blagden in Phil. Trans. Tom. LXXII. p. 331. Williams in Transact. of the Amer. Phil. Soc. T. II. p. 325. Rum-[illegible] in G. I. 458. Quarterly Review N. XXXVI. p. 441.

doch ist nicht anzunehmen, dafs der Strom in die Tiefe h
abgehn sollte, vielmehr verliert er seine höhere Temper
durch seine weite Ausbreitung zwischen dem herabkomm
den Polareise. Nicht ohne Einflufs ist diese Bewegung fe
auf die Strömung, welche vom Nordpole herab gegen
Ostküste Grönlands stöfst, dort das Eis zu unzerstörb
Massen aufhäuft und ihr tief erkaltetes Wasser, mit welc
sich das aus der Baffinsbay durch die Davis - Strafse herabk
mende vereinigt, nach den Küsten von Labrador und N
fundland treibt. Innerhalb des Polarkreises von den östli
Küsten Rufslands bis nach den Küsten von Grönland und
brador ist die herrschende Strömung an der Oberfläche
Ost nach West, von Nordost nach Südwest und von Nord
Süd. In der Behringstrafse fand KOTZEBUE die Strön
nach Nordost gerichtet und eine Geschwindigkeit von 2,5
meilen in der Stunde innehaltend; es ist jedoch wohl ge
dafs sie höher hinauf sich wendet und in die allgem
Strömung des sibirischen Polarmeeres sich verliert, die
unter Spitzbergen hin bis nach Labrador erstreckt[1]. E
indefs nicht blofs möglich, sondern wohl vielmehr wahrsch
lich, dafs der Hauptarm in entgegengesetzter Richtung an
Nordküsten America's hinfliefst und mit der südlich geric
ten Strömung in der Davis - Strafse zusammenhängt, wo
jedoch bei gänzlich fehlenden oder mangelhaften Nachric
nicht wohl völlige Gewifsheit zu erlangen steht.

84) Es kann hier wohl nicht erwartet werden, aufse
erwähnten allgemeinen westlichen Strömung des Oceans,
dazu gehörigen Aequinoctial - Stromes und des hierdurch
stehenden Golphstromes alle die zahlreichen bekannt ge
denen Meeresströme namhaft zu machen, deren einige
nur auf grofsen, seltenen Seecharten angegeben findet, m
wird daher genügen, nur noch einige der wichtigsten zu ne
Eine Hauptströmung darf man wohl mit dem Golphstrom
Verbindung bringen, wenn man annimmt, dafs die Haupt
sermasse desselben von den Azoren sich in südlicher Ricl
gegen die africanischen Küsten wendet und die Schiffe au
sandigen Ufer der Nordwestküste Africa's als ersehnte
der räuberichen Horden jener Districte zu treiben droht.

1 SCORESBY a. a. O. p. 213.

… hervorstechend wird jedoch der Meeresstrom von dem … Vorgebirge an längst der Küste bis in den Meerbusen … Po, wo er so reifsend fliefst, dafs Schiffe, mit dem- … segelnd, einen Weg von 60 Seemeilen in zwei Tagen … gegen ihn aber oft 6 bis 7 Wochen nöthig ha- … Sabine[1] hat ihn von Cap Mount bis zum Flusse Ga- … also von 8° N. B. bis dicht an den Aequator, untersucht, … hier der Küste entlang fast genau östlich, und es ist … würdig, dafs auf eine bedeutende Strecke dieser und der … torialstrom einander parallel und in ganz entgegengesetz- … Richtung fliefsen. Dieser östliche Strom ist an einigen … 130 Seemeilen breit, fliefst mit einer Geschwindigkeit … 9 bis 51 Seemeilen in 24 Stunden und sein Wasser ist … lich wärmer, als das des westlichen Aequatorialstro- … weil ersterer durch die über die grofse africanische Wü- … wehenden östlichen Winde sehr erwärmt wird, letzterer … die um die Südspitze Africa's in nördlicher und nord- … licher Richtung fliefsenden Gewässer aufnimmt. In der … des Golphs von Guinea hat der östliche Strom eine mitt- … Temperatur von 29° C. im April und Mai, die am süd- … Rande bis 28° herabgeht, in Folge des in ihn fallenden, … der Richtung nach Norden strömenden Wassers; auch ist … Temperatur nahe am Lande etwas geringer, zum Theil … wegen, weil das Wasser der grofsen dort mündenden Flüsse … ist. Der Aequatorialstrom hat an seinem Ursprunge un- … des Flusses Gaboon nahe unter dem Aequator aus eben- … Ursachen nur eine Temperatur von 23° C., diese steigt … schnell, wurde bei der Insel Ascension unter 7° 27′ S. B. … westl. Länge, wo seine Richtung N. 57 W. ist, von … = 25°,56 C. gefunden und erhält sich zwischen … und Jamaica fast unausgesetzt auf 28° C. Die all- … westliche Strömung des Wassers unter niedern Brei- … die Gewässer des indischen Oceans gegen die Ost- … Africa's und erzeugt einen starken Strom zwischen Ma- … und dem Vorgebirge der guten Hoffnung in der Rich- … von Nordost nach Südwest, so dafs die Schiffer nur mit … Winde ihm entgegen zu segeln vermögen. An der … von Peru, zwischen Lima und Guayaquil, ist die Strö-

[1] Account of Experiments. p. 437.

mung unweit der Küste so stark, daſs man diese Strecke in drei bis vier Tagen zurücklegen kann, rückwärts aber, dem Strome entgegen, würde man zwei bis fünf Monate brauchen, und die Schiffer müssen daher behutsam seyn, daſs sie nicht, durch die Aehnlichkeit der Küste in groſser Ausdehnung getäuscht, vor den Landungspuncten vorbeisegeln, weil sie sonst eine Reise von einem Tage rückwärts in vierzehn Tagen kaum wieder einbringen würden.

85) *Periodisch wechselnde Meeresströme* werden wohl ohne Ausnahme durch die regelmäſsig wechselnden Winde erzeugt, obgleich die Richtung beider in Folge anderweitig mitwirkender Bedingungen nicht allezeit zusammenfällt. In der Gegend der Maldiven, im Meere zwischen Malacca und Cochin, ist die Strömung von April bis Ende August östlich, nachher mit gröſster Heftigkeit westlich, so daſs das an den Küsten brandende Meer stark brauset. Bei Sumatra ist eine Strömung, welche zur Zeit der Westwinde eine südwestliche, zur Zeit der Ostwinde aber eine östliche Richtung hat, in der übrigen Zeit aber den herrschenden Winden folgt. Ueberhaupt trifft man an den meisten Stellen des Oceans Strömungen an, aber sie sind hinsichtlich der Stärke und Richtung sehr verschieden, oft nur durch anhaltende Winde entstanden und daher vorübergehend. Einige derselben, wie namentlich auch wohl vorzüglich der Golphstrom, sind für die Schiffe nicht minder hinderlich, wenn der Wind ihnen entgegen weht, vielmehr werden sie dann oft unruhig bis zum Toben und ihre Stärke nimmt zu, was man beim Golphstrome davon ableitet, daſs der stärkere Ostwind eine gröſsere Wassermasse in den caraibischen und mexicanischen Meerbusen zusammenpreſst und somit die Gewalt des ausflieſsenden Stromes erhöht[1]. Leicht begreiflich ist ferner, daſs einmal vorhandene starke Strömungen wieder andere hervorrufen müssen, weil sonst groſse Wassermassen sich anhäufen würden. Verschiedene Gelehrte, namentlich Riccioli, Fournier, Vossius, Romme[2], nach diesem de la Metherie[3], Parrot[4]

1 Vergl. Krusenstern's Reisen. Th. III.

2 Tableau des Vents, des Marées et des Courants cet. 2me éd. Par. 1817. II Voll. 8.

3 Journal de Phys. T. LXVII. p. 81.

4 Grundriſs der theor. Physik. Th. III. S. 389.

und andere nehmen daher aufser der allgemeinen westlichen Strömung noch eine von den Polen nach niedern Breiten hin an. Dafs eine solche partielle sich durch das jährlich südwärts treibende nördliche Polareis im grönländischen Meere und der Davis-Strafse ankündige, unterliegt keinem Zweifel, auch treibt das Eis, welches die südliche Polarzone umlagert, an vielen Stellen den niedern Breiten zu; ob aber hiernach eine ganz allgemeine Bewegung dieser Art anzunehmen sey, bleibt noch fraglich, obgleich es nach den oben angegebenen Ursachen der regelmäfsigen allgemeinen westlichen Strömung im Oceane mindestens höchst wahrscheinlich wird. Nach der Analogie einer ähnlichen Bewegung der Atmosphäre darf man auch wohl geneigt seyn, in Folge der Hebung des Meeres unter dem Aequator durch die Anziehung des Mondes und der Sonne, desgleichen durch sein geringeres spec. Gewicht in Folge seiner höhern Temperatur eine in der Tiefe statt findende Strömung von den Polen gegen den Aequator anzunehmen. Die gröfsere Leichtigkeit des äquatorischen Seewassers wird zwar durch dessen gröfsern Salzgehalt compensirt; allein wenn wir annehmen, dafs dieser Unterschied etwa 0,002 beträgt und das Seewasser durch 10° C. um 0,001068, durch 20° C. aber um 0,003052 an Volumen zunimmt[1], so scheint in Rücksicht auf die anderweitigen Bedingungen der Temperaturunterschied ein Uebergewicht zu haben und vielleicht ist die Kälte in gröfsern Tiefen bei den äquatorischen Meeren eine Folge des von den Polen aus dorthin strömenden kalten Wassers.

86) Endlich werden im Meere Strömungen getroffen, die sich augenfällig theils durch ihre Richtung, theils durch Farbe und auch durch geringern Salzgehalt als eine Folge einmündender Ströme ankündigen. Diese sind, wie leicht zu erachten, nur dann bedeutend, wenn die Landströme zu den gröfsten gehören, und die Gröfse beider ist einander direct proportional. Man hat dieses namentlich wahrgenommen beim Congo und die *Fluthen* des Amazonenflusses sind nach Sabine[2] bis auf 300 Seemeilen noch kenntlich.

1 S. *Mém. prés.* à l'Acad. de Petersbourg. T. I. p. 70.
2 Account cet. p. 447.

87) Eingeschlossene Meere haben gleichfalls Strömun die durch ihre Verbindung mit dem Ocean und durch verhältnifsmäfsig bedeutendern Einflufs grofser, in sie r dender Ströme erzeugt werden. Das mittelländische Mee verschiedene Strömungen und im Ganzen hat seine Wa masse eine von Osten nach Westen gerichtete Bewegung bekanntesten aber ist die östliche Strömung in der Mee von Gibraltar, die in diesem Canale selbst so stark ist, das Wasser zwei Seemeilen in einer Stunde zurücklegt seine Bewegung noch eine bedeutende Strecke weiter mi nehmender Stärke beibehält. Als Ursache dieser Strö wird der niedrigere Wasserstand dieses Meeres betrachtet, sen Niveau im Mittel etwas 27 Fufs tiefer, als das des a schen Meerbusens seyn soll (§. 3.). Da aber auch das schw Meer gleichfalls durch eine starke Strömung eine Menge W sers dem mittelländischen Meere zuführt, so müfste da veau des letztern bedeutend zunehmen und dadurch die sache dieser Strömung aufhören. Schon Kircher[1] suchte Schwierigkeit durch Annahme unterirdischer Canäle zu h die unter der Landenge zwischen Asien und Africa vorha seyn sollten. Halley[2] und Büffon[3] nahmen ihre Zu zu der starken Verdunstung, die nach Porowitsch[4] noch unterirdische Wärme verstärkt werden soll, Bergmann[5] findet durch Berechnung der Menge des einströmenden W sers, dafs der Spiegel des Meeres jährlich gegen 22 Fufs w sen müfste, wovon nur 30 Zoll durch Verdunstung w abgehn würden. Neuerdings nimmt man allgemein an, eine grofse Menge Wasser durch Verdunstung entfernt u der bestehende Unterschied fortdauernd erhalten werde. fserdem darf man im Allgemeinen bei einem vorhan Oberstrome in Meerengen auf einen in entgegenges Richtung fliefsenden Unterstrom rechnen und man hat auch einen solchen in der Meerenge bei Gibraltar ange men, wofür noch aufserdem als Beweis gilt, dafs im 1712 ein holländisches Schiff mitten in diesem Canale

1 Mundus subterraneus. T. I.
2 Miscellan. curiosa. T. I.
3 Hist. naturelle. T. I. p. 399.
4 Untersuchungen vom Meere. Frankf. u. Leipz. 1750. 4.
5 Physikal. Beschreib. d. Erdkugel. T. II. Abth. 5. Cap. 3.

einem französischem in den Grund gebohrt wurde, dessen Trümmer im atlantischen Meere wieder zum Vorschein kamen[1]. Auſserdem hielt früher WAIS[2] und neuerdings PATTON[3], nebst vielen andern, welche die Sache für ausgemacht ansahn, einen solchen untern Gegenstrom für eine nothwendige Folge der stärkern Salzigkeit des mittelländischen Meeres, wonach die schwerere Flüssigkeit unten eine der obern leichtern entgegengesetzte Strömung annehmen muſs, ebenso wie die Luft in eingeschlossenen Räumen durch jede gegebene Oeffnung in entgegengesetzter Richtung stets die kältere unten, die leichtere oben strömt, wobei noch auſserdem das bestehende Verhältniſs des gröſsern Salzgehaltes nur dadurch erhalten werden kann, daſs stets ein Theil des salzigern Wassers wieder abflieſst, weil es sonst durch die stärkere Verdunstung und bei fortdauerndem Zufluſs des Seewassers aus dem atlantischen Meere einen weit höhern Grad der Sättigung erhalten müſste, als man gefunden hat. Man darf annehmen, daſs diese Ansicht allgemein herrscht. Neuerdings hat jedoch v. HOFF[4] die Existenz eines solchen Unterstromes als unverträglich mit der Beschaffenheit des Grundes in jener Meerenge bestritten und später zur Widerlegung der ihm gemachten Einwürfe die Gegengründe möglichst stark hervorgehoben, wobei er ganz im Widerspruch mit BERGMANN durch Berechnung zu zeigen sucht, daſs wegen der starken Verdunstung dieses Meeres, ungeachtet des beständigen Einströmens, das Niveau stets niedriger seyn müsse; ein Resultat, zu dessen absoluter Begründung jedoch die Thatsachen noch keineswegs hinlänglich ausgemittelt sind. Faſst man die in dieser Streitfrage aufgestellten Gründe für und wider das Vorhandenseyn eines Unterstromes kurz zusammen, so liegt allerdings in dem Felsgrate, welcher unter dem Wasser von Calpe bis Abila hinläuft und sich zwischen den auf beiden Seiten so sehr tiefen Meeren bis 11, an einigen Stellen sogar bis 4 Faden unter der Oberfläche des Wassers erhebt, ein unverkennbares Argument gegen die Annahme eines Unterstromes, allein keineswegs ein absolut be-

1 Philos. Trans. N. 885. p. 191. Vergl. G. LXIII. 139.
2 Abhandl. d. Acad. zu Stockholm 1755.
3 Edinb. Phil. Journ. N. VIII. p. 243.
4 Geschichte der natürl. Veränderungen d. Erdoberfläche u. s. w. Th. I. S. 154. Th. III. S. 278.

weisendes; denn es ist eine gewöhnliche Erscheinung, das
Wasser in der Nähe von Wehren aus nicht unbeträchtli
Tiefe schräg emporsteigt und überfliefst. Dafs aber das W
ser des atlantischen Meeres, wie v. Hoff meint, von
schrägen Felsenwand zurückgestofsen und durch den o
Strom niedergedrückt eine entgegengesetzte Strömung erh
sollte, ist auf jeden Fall mit hydrodynamischen Gesetzen
sofern unvereinbar, als dieses nicht in der ganzen Breite
Meerenge statt finden könnte, vielmehr würde das u
Wasser sich heben, das obere in seiner Bewegung verzö
und selbst mit letzterem überfliefsen, wodurch an dieser S
vermuthlich eine Erhöhung, wie bei Felsen in Flüssen,
stehn müfste. Soll also ein tieferer, nicht weiter als bis
Felsenwand reichender Gegenstrom statt finden, durch wel
nach v. Hoff's Meinung das gesunkene Schiff nach W
hin getrieben wurde, so dafs es zwei Lieues von der S
wo es gesunken war, wieder zum Vorschein kam, so m
dieses ein solcher seyn, welcher von der einen Seite her
gen die Felsenwand stiefse, dann umkehrte und an der an
Seite in entgegengesetzter Richtung zurückflösse. Es is
doch nicht wahrscheinlich und selbst kaum möglich, daſs
solcher so tief, bis in die Mitte des Canals eindringen s
Wenn also jenes Ereignifs einmal nicht in Zweifel ge
wird, wie v. Hoff keineswegs zu thun geneigt ist,
man ferner den gröfsern Salzgehalt des mittelländischen
res zugiebt, wogegen v. Hoff zwar einige Zweifel e
der jedoch im Ganzen aus den Messungen vieler gewic
Zeugen mit gröfster Wahrscheinlichkeit hervorgeht[1] und

---

1 Wollaston erhielt vom Capitain W. H. Smith drei Fl
von den vielen, welche dieser für den unterdefs verstorben
Marcet mit Seewasser des mittelländischen Meeres von verschie
Orten und aus ungleichen Tiefen gefüllt hatte. Die Analyse ga
gende Gröfsen.

No.	Breite	Länge	Tiefe	spec. Gew.	Salzmenge 100 Th.
1	38° 30′	4° 30′ O.	450 Fad.	1,0294	4,05
2	37 30	1 0 —	400 —	1,0295	3,99
3	36 0	4 40 W.	600 —	1,1288	17,30
Gibraltar	36 7	5 22 W.			

[?]ch allgemein angenommen wird [1], so kann man nicht wohl [?]ahin, nach diesen verschiedenen übereinstimmenden Grün[?]es auch in der Meerenge von Gibraltar einen dem obern entgegengesetzt fliefsenden Unterstrom anzunehmen. Dabei ist es jedoch keineswegs nothwendig, dafs dieser die ganze Breite der Meerenge einnehme und also auch da vorhanden sey, wo die Felswand am höchsten emporsteht, so wie v. Hoff darin gewifs Recht hat, wenn er aus der Langsamkeit der Bewegung des gesunkenen Schiffes folgert, dafs die Geschwindigkeit des Gegenstromes der des Oberstromes keineswegs gleich komme. Uebrigens geht die Strömung von der Meerenge bei Gibraltar aus an der ganzen Küste Africa's und Syriens bis nach Kleinasien fort, wo sie umkehrt und an der europäischen Küste eine entgegengesetzte Richtung erhält.

Es dürfte hier der gelegene Ort seyn, noch einmal auf den angenommenen, bereits oben (§. 3.) erörterten, niedrigern Stand des mittelländischen Meeres zurückzukommen. Dafs das Niveau des Wassers in der Spitze des arabischen Meerbusens bei Suez im Mittel gegen 27 Fufs höher sey, als bei Alexan-

Hieraus folgert Wollaston, dafs nothwendig ein Unterstrom vorhanden seyn müsse, um das sehr salzhaltige Wasser dem Ocean wieder zuzuführen, und dafs dieser auch durch das grofse Gewicht des Wassers 50 engl. Meilen von der Meerenge entfernt nothwendig bedingt werde. Allein man darf mit Sicherheit annehmen, dafs wegen der steten Bewegung des Meeres und aus vielen sonstigen Gründen das Seewasser ein solches spec. Gewicht, als hier in der Probe No. 3 gefunden worden seyn soll, gar nicht haben kann, vielmehr mufs wohl nothwendig eine Verwechselung mit den Flaschen vorgegangen seyn, die wegen des erfolgten Todes von Marcet nicht sehr geachtet wurden, oder man müfste annehmen, dafs dieses Wasser zufällig über einem Salzstocke geschöpft sey. Kurz das hier erhaltene Resultat ist auf jeden Fall nicht beweisend. S. Phil. Trans. 1829. p. 29. Poggendorff Ann. Th. XVI. S. 622.

1 V. Hoff sucht dieses Argument dadurch zu entkräften, dafs überhaupt die Ursache dieses verschiedenen Salzgehaltes des Seewassers noch nicht bestimmt aufgefunden worden sey. Dieser Einwurf ist indefs nur scheinbar; denn der hierüber noch herrschenden Ungewifsheit ungeachtet ist doch ausgemacht, dafs das mittelländische Meer, welches mehr Wasser aus dem Oceane erhält, als es ihm zuführt, salzhaltiger gefunden wird, die Ostsee dagegen und das schwarze Meer, welche beide mehr Wasser abgeben, als sie aus dem Oceane erhalten, ärmer.

drien, muſs wohl als richtig angenommen werden. Der
stehn der hieraus abzuleitenden Folgerung von einem ti
Stande des mittelländischen Meeres gegen den des atlanti
Oceans gewichtige Argumente entgegen. Aus der groſsen
angulirung von Dünkirchen bis Barcelona geht nur ein
terschied des Niveau's von einem Bruchtheile eines M
hervor, die sehr ausgedehnten Messungen, die unter
CROS's Leitung ausgeführt wurden, liegen noch im Manu
eine dritte Messung aber, welche CARABEUF in Verbi
mit den Ingenieurs-Geographen PEYTIER, HOSSARD und
vermittelst GAMBEY'scher Repetitionskreise von St. Jean d
bis Perpignan in den Jahren 1825 bis 1827 beendigt hat
bei von dem Crabère in den Pyrenäen aus nördlich nac
atlantischen Ocean und südlich nach dem mittelländ
Meere hin nivellirt wurde, geben nur 0,73 Meter Hö
erstern Niveau's über das letztere[1]. Das mittelländische
kann sonach unmöglich beträchtlich tiefer liegen, als der a
sche Ocean. Sollen diesemnach die hier hervorgehenden u
reits oben (§. 3.) bemerkten Widersprüche ausgeglichen
den, so muſs man annehmen, daſs zwar ein gleich hoh
veau aller mit einander verbundener Meere aus hyd
schen Gesetzen theoretisch folgt, jedoch nur für den Z
der Ruhe und gleichmäſsigen Dichtigkeit des Wassers.
bald aber Bewegung statt findet, wird auch dieses Gl
wicht, ebenso wie bei Flüssen, aufgehoben. Hiernach
das Meer durch die allgemeine Weltströmung im ara
Meerbusen bis zu vielen und auch im mexicanischen
einigen Fuſs in die Höhe getrieben werden. Dieser Ge
punct ist aber neu und bedarf noch zu vieler schw
Untersuchungen, als daſs hier mehr als eine bloſse An
der Sache gestattet würde.

88) Die Ostsee ist im Ganzen, vorzüglich im Her
unruhiges Meer, dessen Wasserstand sich sogar oft m
ändert[2] und worin es eine Menge Strömungen giebt,
fast der gröſste Theil der gesammten Wassermasse
nimmt, wie unter andern aus den Ueberschwemmun

1 S. ARAGO in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLI. p. 5
2 S. SCHULTEN in Kongl. Svenska Vet. Acad. Nya Han
p. 7. Daraus in G. XXXVI. 314.

Newa bei Petersburg hervorzugehn scheint. Am bekanntesten ist aber die Strömung im Sunde, eine nördliche, die da, wo sie am stärksten ist, nach SCHULTEN's Messung 4 Knoten oder eine Seemeile in der Stunde beträgt. Auch hier hat man aus ähnlichen Gründen, als welche für das mittelländische Meer geltend gemacht werden, einen Unterstrom angenommen und PATTON[1] hat dessen Existenz durch Versuche mit dem Senkblei aufgefunden. Das schwarze Meer hat in dem einzigen Canale, der es mit dem mittelländischen Meere und dadurch mittelbar mit dem Oceane in Verbindung setzt, eine starke südliche Strömung, die durch das Meer von Marmora und die Dardanellen fortgeht. Auch hier, in der Meerenge des thracischen Bosporus, will MARSIGLI[2] einen Unterstrom aufgefunden haben, was man keineswegs unwahrscheinlich nennen darf, da die Hauptbedingung, nämlich ein gröfseres specifisches Gewicht des Wassers, wohin die Oberströme fliefsen, allerdings vorhanden ist. Aufserdem aber müfste wohl der Salzgehalt des schwarzen Meeres stärker abnehmen, da die Strömung aus demselben bei Constantinopel so stark ist, dafs an einigen Stellen Menschen am Ufer die Boote und Schaluppen ziehen, weil Ruder zu ihrem Fortkommen nicht genügen[3].

89) Wenn das bewegte Meer oder ein Seestrom an einer Felsenküste gebrochen und abgelenkt, das so zurückgeworfene Wasser aber durch eine abermalige Strömung wieder zurückgedrängt wird, so entstehn *Meeresstrudel*. Das Wasser nimmt eine umkreisende Bewegung an, deren Richtung in Folge des durch die Ebbe und Fluth bedingten Ab- und Zuflusses gleichfalls periodisch zu wechseln pflegt. Unter den vielen sind der Strudel an der norwegischen Küste und die in der Gegend von Messina am bekanntesten. Der *Mahlstrom* oder *Moskestrom* hat seinen Namen von einer dortigen Klippe, Moske genannt. Die Breite des Strudels beträgt zwei, seine Länge etwa vier Meilen und die Strömung dauert ungefähr 12 Stunden von Norden nach Süden und ebenso lange in entgegengesetzter Richtung, so dafs die wechselnde Fluth sich auffällig als Ursache hiervon ankündigt; seine Wirbel sind

---

1 Edinburgh Philos. Journ. N. VIII. p. 245.
2 Histoire physique de la mer. Amst. 1725. fol.
3 ALI BEY Reisen. Weim. 1816. S. 457.

zuweilen bedeutend hoch, betragen jedoch vom obersten Kam
bis zur untersten Tiefe nie mehr als 10 bis höchstens 11 F
und sind daher nur für kleinere Schiffe gefährlich. Auch
der Insel Bornholm ist ein Strudel, *Maltquörn* (Mahlmüh
genannt, aber ungleich kleiner als der Moskestrom [1].

90) *Scylla* und *Charybdis*, die beiden berühmten Stru
an der italienischen Küste, waren bei den Alten sehr gefür
tet und HOMER, VIRGIL, LUCREZ, OVID, ARISTOTEL
SALLUST, SENECA, STRABO, PLINIUS, MELA und and
schildern sie als höchst gefährlich. Hiernach müfste die Me
enge jetzt erweitert und ein Theil der Felsen weggespült se
oder die bedeutend vervollkommnete Schifffahrt macht sie je
minder bedeutend. Letzteres ist sehr wahrscheinlich, da
die Beschreibung der Oertlichkeiten bei den Alten pafst no
im Ganzen genau auf die gegenwärtige Beschaffenheit. Be
liegen zwischen Calabrien und Sicilien, wo sich ein reg
mäfsiger ruhiger Strom längst der Küste findet, welcher a
wechselnd nach Süden oder nach Norden fliefst. Wird
durch Windstöfse gestört, so entstehn durch die Ungleichh
der Meeresufer, durch hervorspringende Klippen und Höhlu
gen die Strudel, unter denen die Scylla am gefährlichsten i
Ein längst der nördlichen Küste Siciliens hinfliefsender Str
begegnet einem andern an der Küste Italiens herabfliefsend
und wenn diese beide heftig bewegt gegen einander stofs
so vermögen selbst gröfsere Schiffe nicht ihren Lauf inne
halten und kommen in Gefahr, an den Küsten zertrümmert
werden, insbesondere wenn die Gewalt der Strömung du
Winde vermehrt wird, welche an der Küste Italiens her
wehn. Scylla selbst bildet einen steilen, mäfsig hohen,
vielen Höhlungen versehenen Felsen, in welche die brand
den Wellen hineingetrieben werden und dadurch ein auf
ital. Meilen hörbares Geheule, dem von den Alten angegeb
Bellen von Hunden nicht unähnlich, verursachen. Die S
mung ist dort stets bedeutend, wird aber durch Winde
ausnehmend verstärkt, und die Schiffe würden unfehlbar
gen die Felsen der Scylla getrieben oder auf die gegen
liegenden Sandbänke geworfen werden, wenn nicht 24 Lo
welche die Strömung und das Fahrwasser sehr genau ken
sie mit bewundernswürdiger Geschicklichkeit durchbrächten

1 CATTEAU DE CALLEVILLE Gemälde der Ostsee. S. 121.

Die Charybdis liegt neun ital. Meilen unterwärts bei Messina. Die dortigen Schlünde unter dem Wasser sind Folgen des Strudel, nicht Ursache derselben, denn sonst müfsten diese eine Unterbrechung statt finden. Ein Theil des durch den Canal getriebenen Wassers strömt gegen den Felsen, auf welchem der Leuchtthurm Calofaro erbaut ist; ihnen begegnen andere Strömungen, wodurch das Wasser in eine Art von Brandung versetzt wird, und diese Wellenbewegung treibt schwimmende Gegenstände nach aufsen. In Zeiten des ruhigen Meeres kann die Stelle mit kleinen Booten befahren werden und Spallanzani[1] fand sie nur 500 Fufs tief; wenn aber der Sirocco oder Südostwind weht, so werden die Schiffe vom Strome in den Strudel hineingerissen und von den Wellen verschlagen oder gegen die Felsen geworfen, wenn nicht die der Sache kundigen Lotsen zu ihrer Rettung bereit sind; Anker, Segel und Steuerruder helfen in der Nähe der Scylla und Charybdis selbst dem erfahrensten Seemanne nicht und die grössten Kriegsschiffe müssen bei stürmischer See diese Gewässer meiden[2].

M.

Meile.

Milliare; Mille; *Mile.*

Das Wort Meile, wodurch man ein gewisses Längenmafs, welches zur Bestimmung der Entfernungen auf der Oberfläche der Erde, versteht, kommt aus dem Lateinischen (von *mille*) her, indem man von Rom aus die Entfernungen der Orte nach Tausenden von Schritten (*millia passuum*) bestimmte und an den Hauptstrafsen in diesen Distanzen Meilensteine (*ad tertium, quartum* etc. *lapidem*) setzte. Der Schritt (*passus*) enthielt fünf römische Fufs[3], das Milliare oder die Meile 1000 solcher Schritte oder 8 römische Stadien, jedes von 125 Schritten, und 20 solcher Meilen rechnete man für eine Tagereise. Nach der oben[4] angegebenen Vergleichung beträgt die römi-

1 Reisen. Th. IV. S. 147.
2 G. V. 98.
3 Columella de Re rust. L. V. c. 1.
4 S. Art. *Mafs*. S. 1249.

sche Meile 1477,78 Meter, den römischen Fuſs zu 0,2959 ter oder 113,14 par. Lin. angenommen.

Die übrigen Völker haben verschiedene Gröſsen zur stimmung der Entfernungen angenommen. Eine der bekan sten ist die deutsche Meile, deren Länge anfangs so viel tragen zu haben scheint, als ein gewöhnlicher Fuſsgänge zwei Stunden zurücklegt[1]. Später verfiel man auf die zw mäſsige Idee, einen aliquoten Theil eines Grades im Ae tor als das Maſs einer Meile anzunehmen. In England n man den sechzigsten Theil eines Grades oder den Bogen ner Minute als das Maſs der Meile an, und hiernach rech auch Newton[2], bis sich aus Picard's Gradmessung e daſs solcher Meilen 69 auf einen Grad gehn, die man in land auch seitdem beibehalten hat. Sie ist so ziemlich kleinste und wenig von der römischen verschieden. Die lienische Meile wurde genau so groſs als der 60ste Thei nes Grades angenommen und in neuern Zeiten so beibeh Die französischen Schiffer fanden es bequem, eine Meile drei Bogenminuten Länge anzunehmen, deren also 20 a nen Grad gehn; sie ist die in Frankreich und auch in land gebräuchliche Seemeile. Die eigentliche französische M die *Leuca gallica*, jetzt *Lieue*, wurde so festgesetzt, da auf einen Grad im Aequator gehn; ihre genaue Gröſse daher nur aus der Normalbestimmung, nämlich der eines des im Aequator, entnommen werden. Die allgemein s nannte deutsche oder geographische Meile, so genannt, die niederländischen Seefahrer und Geographen sich ihre der Verzeichnung der Charten und bei geographischen Be mungen bedienten, ist so groſs, daſs ihrer 15 auf einen im Aequator gehn oder ihr ein Bogen von 4 Minuten hört. Sie wird auch bei astronomischen Bestimmungen braucht. Von ihr weichen die in den einzelnen deut Staaten üblichen Meilen sehr ab, deren einige ziemlich jedoch nur so weit bestimmt sind, als man früher über zuverlässige Maſsbestimmungen hatte. So sollte die säch Meile nach der Bestimmung des Churfürsten August im

---

1 Kepl(«ri) Tab. Rudolph. Cap. 16.

2 Pemberton View of Sir Is. Newton's philosophy. Lond. 4. Praef.

1300 genau 12000 Dresdner Ellen halten, sie war aber von der Polizeimeile, die sich auf den Bereich hauptsächlich des Verkaufes von Bier im Umfange der berechtigten Städte bezog, verschieden.

Neuerdings sind die Meilen zum Behuf der Poststationen mehrfach kürzer angenommen worden und es ist nicht eben leicht, genau ihre wahre Länge auszumitteln. Inzwischen ist dieses in Beziehung auf physikalische Aufgaben von minderer Wichtigkeit und es genügt vielmehr, die Hauptbestimmungen zur Vergleichung angegebener Entfernungen in genähertem Werthe zu kennen, welches durch die folgende tabellarische Uebersicht erreicht wird. Hierbei liegt die neueste genauere Bestimmung eines Grades im Aequator zu 57106,442 Toisen zum Grunde, wonach die geographische oder deutsche Meile 3807,09 Toisen oder 22842,54 par. Fuſs = 23642,1 rheinl. Fuſs beträgt[1].

1 Vergl. neueste Geld-, Münz-, Maſs- und Gewichts-Kunde. Leipz. 1819. S. 125. Joh. Tob. Mayer prakt. Geometrie. Th. IV.

Namen der Meilen	sollen halten	werden gerechnet auf einen Grad	enthalten in parise Fuſs
Arabische	— — —	56,67	6045,7
Baiersche kleine . .	— — —	14,15	24212,7
— — groſse . .	— — —	8,69	39425,8
Chinesische neue Li	— — —	193,40	1771,5
Braunschweigische .	2811,2 rheinl. Ruthen . . .	10,52	32569,4
Dänische	12000 dän. Ellen	14,79	23165,
Französische Lieue .	— — —	25,00	13704,
— — Seemeilen	— — —	20,00	17130,
Groſsbritannische neue	1760 Yards . .	69,12	4956,
— — Seemeilen	— — —	60,00	5710,
— — League .	— — —	20,00	17130,
Hannöversche . . .	32000 Calenb. Fuſs	11,89	28800,
Holländische . . .	— — —	19,00	18032,
Italienische	1000 geogr. Schritte	60,00	5710,
Jüdische alte . . .	2000 bibl. Ellen	100,80	3398,
Niederländische Stunde	— — —	19,67	17117,
NiederländischeSeemeile	— — —	20,00	17130,
Nürnberger	— — —	13,10	26153,
Oesterreichische . .	— — —	7,48	45003,
Persische	— — —	22,50	15227,
Polnische	— — —	20,00	17130,
Portugiesische . . .	— — —	18,00	19034,
Preuſsische	2000 Ruthen .	14,78	23113,
Russische Werst . .	1500 Arschinen	104,30	3284,
Sächsische gemeine .	12000Dresdn. Ellen	16,21	20907,
— — Polizeimeile	16000 — —	12,29	27877,
Schottländische . .	1147 Toisen . .	49,80	6882,
Schwäbische . . .	— — —	12,00	28550,
Schwedische . . .	18000 Ellen . .	10,41	32911,
Schweizerische . .	— — —	13,30	25760,
Spanische . . . ,	5000 Veras . .	26,63	12882,
Türkische Berri . .	— — —	66,67	5138,
— — Seemeile .	— — —	86,40	3965,
Ungarische	— — —	13,30	25760,

Mercur.

Mercurius; Mercure; *Mercury*.

Der Name desjenigen Hauptplaneten, welcher der Sonne am nächsten ist. Da er seine Bahn innerhalb der Erdbahn und in so geringer Entfernung von der Sonne durchläuft, so kann seine scheinbare Entfernung von der Sonne immer nur gering seyn; er erscheint daher bald am Abendhimmel nach Sonnen-Untergang, bald am Morgenhimmel vor Sonnen-Aufgang, und kann bei seiner untern Conjunction mit der Sonne bei dieser vorbeigehn[1]. Wenn man ihn mit Fernröhren beobachtet, so sieht man, dafs er kurz vor und kurz nach seiner obern Conjunction mit der Sonne ganz erleuchtet erscheint, dafs sein erleuchteter Theil dagegen nur zur Hälfte uns zugewandt ist um die Zeit der gröfsten scheinbaren Entfernung von der Sonne und dafs er uns ganz unsichtbar wird oder uns ganz seine unerleuchtete Seite zuwendet zur Zeit seiner untern Conjunction. Er hat ein sehr glänzendes weifses Licht, ist aber, weil er immer nur kurze Zeit in der Dämmerung sichtbar bleibt, doch selten gut mit blofsem Auge zu sehn.

Um die Bestimmung seiner Bahn hat von Lindenau sich die gröfsten Verdienste erworben. Man hat früher fast ganz allein auf die Durchgänge durch die Sonne die Berechnung seiner Bahn gegründet, und es liefs sich daher wohl voraussehn, dafs die Berücksichtigung andrer Beobachtungen, entfernt von den Knoten der Bahn angestellt, noch genauere Bestimmungen geben müfste. Die Elemente der Bahn, auf die jetzige Zeit reducirt, sind folgende.

Halbe grofse Axe = 0,3870938 = 8000000 Meilen.
Excentricität[2] = 0,2056175 = 1645000 Meilen.
Siderische Umlaufszeit = 87 Tage 23 St. 15′ 44″.
Neigung der Bahn = 7° 0′ 14″.
Länge des aufst. Knoten = 46° 18′ 55″.
Länge des Perihelii = 44° 48′ 48″.

---

1 S. Art. *Durchgang* der Planeten durch die Sonne. Bd. II. S. 683.

2 Pontécoulant und Schubert haben 0,20551494 für 1801, bedeutend von v. Lindenau abweichend.

Des Mercur gröſste Entfernung von der Sonne ist also 964500 Meilen, die kleinste 6355000 Meilen. Er erscheint 11 Se im Durchmesser, wenn er der Erde am nächsten kommt, d gegen nur 4 Sec. im Durchmesser, wenn er sich am weitest von ihr entfernt. Wegen seiner groſsen Excentricität erreic er sehr ungleiche scheinbare Entfernungen von der Sonne, b seiner gröſsten Elongation nur ungefähr 18°, wenn er der Son am nächsten zur gröſsten Ausweichung gelangt, beinahe 2 im entgegengesetzten Falle.

Sein scheinbarer Glanz hängt theils von seiner Entfernung v der Sonne, theils von seiner Entfernung von der Erde, vorzügl aber von der Gröſse seines uns zugekehrten erleuchteten Theiles; sein Glanz ist daher bei ähnlichen Stellungen gegen die Son doch bedeutend ungleich, weil er seine gleichen scheinbaren A stände von der Sonne bei sehr ungleichen wahren Entfernu gen von derselben erreicht. Sein gröſster Glanz tritt allei ein, wenn er noch ein wenig von seiner gröſsten Elongat entfernt ist und uns noch einen gröſsern Theil seiner erleu teten Seite zuwendet; aber da er in der Sonnenferne 1½mal so weit von der Sonne entfernt ist, als in der Sonn nähe, so ist seine Erleuchtung fast 2¼mal so groſs bei letzten Stellung, als bei der erstern, und er erscheint uns her bei den Umläufen am glänzendsten, wo seine gröſste El gation beinahe ihren kleinsten Werth hat. Da aber dann Dämmerung uns nicht gestattet, ihn so gut wahrzunehmen, hat die Untersuchung über die Zeit seines gröſsten Gla für den, der ihn Abends aufsuchen will, wenig Interesse[1].

Der Durchmesser des Mercur ist nur 600 Meilen, nur etwa über ⅓ des Erddurchmessers. Seine Masse giebt nach sehr unsichern Bestimmungen $= \frac{1}{2025810}$ der Sonn masse an; von Lindenau's Berechnungen der Störungen Venus schienen aber auf eine gröſsere Masse zu deuten[2], daſs seine Dichtigkeit, die nach jenen Angaben schon bei die 4fache der Dichtigkeit der Erde seyn müſste, noch gr anzusetzen wäre[3].

1 Wurm hat Berechnungen hierüber angestellt. Astr. Jahrb. 1797.
2 V. Lindenau tabulae Veneris. p. 20.
3 Die angegebene Masse ist nach der Voraussetzung, daſs

Ueber die natürliche Beschaffenheit des Mercur wissen wir sehr wenig und Schröter's Beobachtungen sind die einzigen, die einigen Aufschluſs darüber geben. Er machte zuerst die Bemerkung, daſs das Licht oft gegen die Lichtgrenze hin so bedeutend abnehmend erschien, daſs man den erleuchteten Theil nicht so breit fand, als die Berechnung der Phase es forderte; diese Beobachtung glaubte er aus einer bedeutenden Dichtigkeit der Atmosphäre des Planeten erklären zu können, die uns den festen Körper selbst verdecke und sich uns da am glänzendsten zeige, wo die Gesichtslinie am weitesten durch sie fortgeht und wo die Sonnenstrahlen die Atmosphäre am meisten senkrecht, also ungeschwächt treffen. Die später beobachtete periodisch statt findende stärkere Abstumpfung des einen Hornes, zu der Zeit, als Mercur mondförmig erschien, deutete auf eine Umdrehungszeit von ungefähr 24 Stunden, und die Beobachtung eines deutlich kenntlichen Streifens auf der Oberfläche des Mercur ergab 24 St. 1 Min. als Rotationszeit. Seine Axe ist ungefähr 70 Grad gegen die Bahn geneigt. Jene Streifen, die oft schnell entstehn und wieder verschwinden, scheinen atmosphärisch zu seyn, und damit stimmt auch das überein, daſs sie ihre Lage nicht gleichmäſsig behalten, sondern von dem, was als Mittel aus den Beobachtungen die wahre Umdrehungsperiode heiſsen kann, abweichend in etwas ungleichen Zeiten zu gleicher Lage zurückkehrten. Jene abgestumpfte Gestalt der Hornspitzen sieht Schröter als durch den Schatten hoher Berge hervorgebracht an und glaubt diesen Gebirgen eine Höhe von 2¼ Meilen beilegen zu dürfen. Aber nicht bloſs in der Nähe der Pole, wo die Hörnerspitzen solche Beschattungen verriethen, scheinen hohe Berge zu seyn, sondern ähnliche Gebirge vermuthet Schröter auch um den Aequator, wo zuweilen die Lichtgrenze eine Einbeugung zeigte, als ob lange Gebirgsschatten einen Theil derjenigen Oberfläche bedeckten, die eigentlich noch im Sonnenlichte liegen sollte[1].

---

tigkeiten den Abständen von der Sonne umgekehrt proportional d, aber unter Voraussetzung eines gröſsern Volumens, als das aus tern Beobachtungen gefundene, berechnet. La Place Expos. du syst. monde. Liv. I. chap. 5. Liv. IV. chap. 3.

1 Schröter's hermographische Fragmente zur genauern Kenntniſs Planeten Mercur. Göttingen 1816.

Das Zeichen dieses Planeten ist ☿. Unter den Tafeln Berechnung seines Laufes sind diejenigen die besten, die in v. LINDENAU's *investigatio nova orbitae a Mercurio c solem descriptae* etc. (Gothae 1813) befinden, welche den berichtigten Elementen und nach LA PLACE's Formeln rechnet sind.

B.

Meridian.

Meridianus; Méridien; *Meridian*; ist die Fl desjenigen gröfsten Kreises des Himmels oder auch der der durch die beiden Weltpole und durch den Punct welchen der Beobachter auf der Oberfläche der Erde einni Oft versteht man auch unter dieser Benennung nur die pherie des Kreises, in welchem jene Fläche die Sphäre Erde oder des Himmels schneidet. Der himmlische und sche Meridian sind also concentrische Kreise, die in einer derselben Ebene liegen und deren Mittelpunct zugleich der Erde ist. Der irdische Meridian geht durch den Beoba und seinen Antipoden; der himmlische Meridian geht d das Zenith und Nadir des Beobachters.

Nimmt man, mit den Alten, die Erde als feststehen so ist auch der Meridian als eine feste Ebene zu betra und der Himmel bewegt sich täglich von Ost nach Wes alle seine Theile durch diesen festen Meridian gegangen wo der Tag anfängt oder endet, wenn ebenderjenige Al chungskreis[1], den eben die Sonne einnimmt, durch den ridian geht.

Nimmt man aber, nach den Neueren, den Himm fest und die Erde als beweglich an, so ist auch der Me beweglich und derselbe geht während des Laufes eines von West nach Ost durch alle Theile des unbeweglichen mels, wo dann wieder der Tag anfängt oder endet, wenn ser bewegliche Meridian eben durch denjenigen Punc Himmels geht, in welchem die Sonne ist.

Unter beiden Voraussetzungen sieht man, dafs der dian durch den *Beobachter* bestimmt wird. Jeder Beob

---

1 S. *Abweichung*. Bd. I. S. 128.

seinen Meridian und behält denselben so lange, als er von dem Puncte der Erdoberfläche, den er eben ein-nimmt, nicht nach Ost oder nach West bewegt. In nördlicher oder südlicher Richtung aber kann er sich, und zwar um die ganze Erde, bewegen, ohne dadurch seinen frühern Meridian zu ändern, weil er sich auf diese Weise zugleich in der Ebene seines Meridians bewegt.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daſs der Meridian des Beobachters, da er durch das Zenith desselben geht, auch zugleich auf dem Horizont desselben senkrecht stehn muſs. Wenn der Declinationskreis eines Gestirns während der täglichen Bewegung dieses Gestirns durch das Zenith des Beobachters geht, so fällt der Declinationskreis desselben mit dem Meridian des Beobachters zusammen, weil der Declinationskreis, so wie der Meridian, stets durch die beiden Weltpole geht, die zugleich die Pole des Aequators sind, und daher immer senkrecht auf dem Aequator steht. Der Meridian steht also zugleich auf dem Horizonte und auf dem Aequator senkrecht.

Wenn daher die Gestirne des Himmels, in ihrer täglichen Bewegung, durch den Meridian gehn, so haben sie, in diesem Augenblicke, ihre *gröſste* oder ihre *kleinste Höhe* in Beziehung auf den Horizont des Beobachters. Diese kleinste Höhe kann selbst unter dem Horizonte statt haben und dann als eine negative Höhe oder als eine Vertiefung, und zwar als die gröſste Vertiefung unter dem Horizonte, zu betrachten seyn. Man nennt diese beiden Augenblicke die *Culminationen* des Gestirns und zwar die *obere* Culmination, wenn der Durchgang des Gestirns, durch den Meridian in derjenigen Hälfte des Meridians zwischen den beiden Polen statt hat, in welcher das Zenith des Beobachters liegt, und die *untere* Culmination hat in der andern Hälfte des Meridians statt, in welcher das Nadir des Beobachters liegt. Diese letzte oder untere Culmination kann auch für den Beobachter unsichtbar seyn, wenn nämlich dieser Durchgang unter seinem Horizonte statt hat, wie dieses in unsern Gegenden für die Sonne der Fall ist. Wenn die Sonne in ihrer obern Culmination, also am höchsten über dem Horizonte ist, so ist es *Mittag*, in dem Augenblicke aber, wo sie in ihrer untern Culmination ist oder durch den untern unsichtbaren Theil des Meridians eines

Beobachters geht, ist es eben *Mitternacht* für diesen und fü andere Beobachter, die mit ihm in demselben Meridiane lie

Der Meridian theilt die ganze Sphäre des Himme zwei gleiche Theile, in die *östliche* und *westliche Hemisp* in jener gehn die Gestirne auf und in dieser gehn sie Der Durchschnitt der Ebene des Meridians mit dem Hori des Beobachters heifst die *Mittagslinie.* Derjenige End dieser Linie, der auf der Seite liegt, wo die Gestirne fü ihre gröfste Höhe erreichen, heifst *Süd* oder *Mittag* (*dies; Midi*) und die entgegengesetzte *Nord* oder *Mitter* (*Septentrio; Minuit*). Die in der Mitte zwischen Süd Nord liegenden Puncte des Horizonts heifsen der *Morgen* oder *Ost* (*Oriens, Orient, Levant* oder *Est*) und der *A punct* oder *West* (*Occidens, Occident, Couchant* oder O Jener liegt auf derjenigen Seite der Mittagslinie, wo di stirne aufgehn, und dieser auf der entgegengesetzten Seite sie untergehn. Der Ost- und Westpunct bilden demnac beiden Pole des Meridians.

Nach dem Vorhergehenden ist also der *irdische Mer* (*Méridien terrestre*) eines Beobachters derjenige gröfste der Erdoberfläche, der durch die beiden Pole und durch Beobachter geht. Man pflegt ihn in der mathematischen graphie auch den *Breitenkreis* des Beobachters zu ne weil durch ihn die *geographische Breite*, das heifst, die fernung des Beobachters von dem irdischen Aequator bes wird. Alle Bewohner derselben Hälfte des Meridians zwi den beiden Polen haben in demselben Augenblicke *Mitt* wie sie auch alle dieselbe *geographische Länge* haben; nigen aber, welche die andere Hälfte dieses Meridians be nen, haben Mitternacht, wenn jene Mittag haben, und dreht, und ihre geographische Länge ist von jener in d sten Hälfte um 180 Grade verschieden. Aus diesem G sagt man, dafs die astronomischen Tafeln, die z. B. f Zeit von Paris oder von Greenwich berechnet worden für den Meridian von Paris oder von Greenwich verfafst weil diese Tafeln von allen denjenigen, die in demselbe ridiane von Paris oder Greenwich wohnen, ohne Aend der Zeit gebraucht werden können. In der mathemati Geographie nimmt man irgend einen dieser irdischen Mer für den ersten an und zählt dann die geographischen L

Orte der Erde von diesem ersten Meridiane in der Richtung von West gen Ost, am besten bis 360 Grade oder bis 24 Stunden. Die ältern Geographen zählen von diesem ersten Meridiane die Länge zu beiden Seiten nur bis 180 Grade oder 12 Stunden, wobei sie gezwungen sind, östliche und westliche Längen zu unterscheiden. So hat Rio Janeiro eine geographische Länge von Paris, die gleich 315 Graden oder 21 Stunden ist, oder, nach der ältern Art sich auszudrücken, die Länge von Rio ist 45° oder 3^h *westlich* von Paris. Uebrigens sind die Geographen noch immer nicht über die Wahl dieses ersten Meridians übereingekommen. Die Deutschen legen ihn gewöhnlich durch Ferro, eine der canarischen Inseln, doch so, dass dadurch die Länge der Sternwarte in Paris gleich 20 Graden oder $1^h\ 20'$ östlich werde. So hat Wien die östliche Länge von Paris $0^h\ 56'\ 10''$, also von Ferro $2^h\ 16'\ 10''$, oder, in Bogen ausgedrückt, ist die östliche Länge Wiens von Paris 14° 2′ 30″, also auch von Ferro 34° 2′ 30″. Die französischen Geographen aber legen ihren ersten Meridian durch Paris, die Engländer durch Greenwich, die Spanier durch Madrid u. s. f. Durch diesen Mangel an Vereinigung ist eine sehr unangenehme Verschiedenheit unserer Charten entstanden, die sich aber, wie es scheint, ebensowenig entfernen lässt, als alle die andern Unschicklichkeiten, die blofs von der Wahl eines jeden abhängen, wohin z. B. vorzüglich die Einführung des Decimalsystems in der wissenschaftlichen Welt sowohl als auch in dem gewöhnlichen geselligen Verkehre der Menschen gehört.

Eine noch gröfsere Störung, besonders für Seefahrer, verursacht die obige Bemerkung, dafs zwei Menschen, welche die entgegengesetzten Hälften desselben Meridians bewohnen, z. B. zwei Antipoden, in ihrer Zeit immer um 12 ganze Stunden verschieden sind, so dafs also z. B. der eine Mittag zählt, wenn der andere eben Mitternacht hat, und umgekehrt. Da man beinahe an allen Orten der Erde den Tag mit der Mitternacht anzufangen pflegt, so läfst sich nicht mit Bestimmtheit festsetzen, welchen Wochentag unsere Antipoden zählen wenn, wenn wir eben Sonntag, Montag u. s. f. haben. Wenn wir z. B. in Wien eben Sonntag Mittag zählen, was zählen in demselben Augenblicke unsere Antipoden? Wenn wir mit einer nach der Wiener Zeit gestellten und gleichförmig fortge-

henden Uhr von Wien nach Ost zu den Antipoden reise wollten, so würde unsere Uhr gegen die Ortszeit der Lände die wir auf unserm Wege treffen, immer mehr *zurückbleibe* je weiter wir gen Ost vordringen, und wenn wir endlich bi den Antipoden dieser Stadt ankommen, wird unsere Uhr, ge gen die Zeit dieser Antipoden, um volle 12 Stunden zurüc seyn, so dafs, wenn man in Wien eben Sonntag Mittag zähl in demselben Augenblicke die Antipoden den Anfang ihre Montags haben würden. Umgekehrt aber, wenn wir von Wie gegen West zu den Antipoden reisen, so wird unsere Uh immer vor den Uhren der andern Länder *voraus* gehn un endlich, wenn wir bei den Antipoden ankommen, volle 1 Stunden zu früh gehn. In diesem Falle also werden die An tipoden in dem Augenblicke, wo man in Wien eben Sonnta Mittag hat, die diesem Sonntag vorausgehende Mitternacl oder sie werden den Anfang ihres Sonntags haben. So kan es demnach sich ereignen, dafs z. B. von zwei einander seh nahe liegenden Inseln, in der Nachbarschaft unserer Antipoden die Bewohner der einen Insel einen vollen Tag mehr zähle als die andern, dafs die einen bereits ihren Montag anfange die andern in demselben Augenblicke erst ihren Sonntag be ginnen. Wenn nämlich eine dieser Inseln von Europäern be wohnt ist, die aus unserm Welttheile gegen West, also üb America, auf jene Insel gekommen sind, so werden sie ein Tag weniger zählen, als die Bewohner der andern Insel, die durc von Ost oder über Asien hingekommene Europäer bevölke worden ist. Wenn demnach ein Ort in der Nähe unserer An tipoden, in Beziehung auf Wien, die östliche Länge L hat, s hat er auch die westliche Länge 24 — L, wenn L in Stun den ausgedrückt wird, und jetzt wird alles darauf ankomme ob man diese Länge für eine östliche oder aber für eine wes liche halten will, was offenbar willkürlich ist. Nimmt man s östlich an, so wird es zu der Zeit, wo es in Wien eben T Uhr ist, an jenem Orte $(T + L)$ Uhr seyn; nimmt man ab diese Lage als westlich an, so wird man in demselben Au genblicke an jenem Orte $T - (24 - L) = T + L - 24^h$, al genau volle 24 Stunden weniger zählen, als zuvor. Es h nicht an Vorschlägen gefehlt, dieser Inconvenienz zu begegne und erst in den neuesten Zeiten sind derselben wieder meh rere gemacht worden. Da aber, wie gesagt, dieser Unterschie

von Zufall oder von der Willkür der Menschen abhängt, so werden alle diese Vorschläge so lange ohne Erfolg bleiben, als man nicht alle Menschen zu einer und derselben Ansicht vereinigen kann.

L.

Meridiankreis.

Ein astronomisches Instrument und zwar das vorzüglichste der neuern beobachtenden Astronomie. Man sieht dasselbe in der Zeichnung so abgebildet, wie man sie in Deutschland nach Reichenbach's Angaben zu verfertigen pflegt. Auf den beiden Pfeilern P und Q sind bei A und B metallene Platten befestigt, die sich nach allen vier Seiten verschieben lassen. Auf den Einschnitten dieser Platten ruhn die beiden Enden der horizontalen Axe AB des Instruments. Durch den Würfel in der Mitte dieser Axe geht das Fernrohr CD und an dem einen Ende A der Axe sind zwei concentrische in einer auf diese Drehungsaxe AB senkrechten Lage angebrachte Kreise mn befestigt. Die Peripherien dieser zwei Kreise sind einander so nahe, dafs sie sich nur nicht eben berühren. Der größere oder äufsere dieser Kreise ist an seinem mit Silber belegten Limbus in Grade und Minuten getheilt und dieser Kreis ist sogleich mit der Rotationsaxe AB durch mehrere starke Schrauben fest und unveränderlich verbunden, so dafs er sich, wie das Fernrohr, zugleich mit dieser Axe dreht. Der kleinere oder innere Kreis, der auch die Alhidade genannt wird, trägt mehrere einander paarweise gegenüberstehende Verniers, durch welche die Eintheilung des grofsen Kreises noch weiter untergetheilt wird, so dafs man, mit Hülfe dieser Verniers, unmittelbar zwei Secunden ablesen kann. Dieser zweite Kreis (die Alhidade) ist aber nicht an der Drehungsaxe fest, wie der grofse, sondern er ist mit dem Pfeiler P unveränderlich verbunden und er bleibt daher fest stehn, wenn der äufsere Kreis um den gemeinschaftlichen Mittelpunct beider Kreise gedreht wird. Zu diesem Zwecke ist die Oeffnung um den Mittelpunct der Alhidade etwas weniges gröfser, als das Ende A der Drehungsaxe, damit die letzte frei durch diese Oeffnung gehn kann. Die erwähnte Befestigung der Alhidade aber an den Pfeiler B wird durch eine ei-

Fig. 257.

gene starke metallene Vorrichtung ab bewirkt. Der Th
dieser Vorrichtung ist ein starkes, in den Pfeiler fest ei
lassenes Stahlstück und der Theil b ist eine solide Platte,
ein Arm von Messing, der an seinem obersten Theile
mit der Mitte der Alhidade durch starke Schrauben
stigt ist. Beide Theile sind bei c durch eine horizontale,
Schraube mit einander in Verbindung gesetzt. Mittelst d
Schraube kann man die ganze Alhidade etwas weniges u
ren Mittelpunct drehn, um ihr die gehörige Lage zu g
die dann während der Beobachtungen unverändert di
bleiben soll. Um sich von der Unveränderlichkeit dieser La
versichern oder um von den kleinen Veränderungen,
chen sie ausgesetzt seyn mag, Rechnung zu tragen, wi
den Speichen dieser Alhidade, bei d, eine Libelle bef
welche jede Aenderung der Alhidade sogleich anzeigt, w
man dann auch durch die erwähnte Schraube bei c diese
derung wieder verbessern kann.

Eine ähnliche Vorrichtung hat man auch an dem a
Pfeiler Q. Auch hier ist ein in diesen Pfeiler bef
Stahlstück a′ mit dem metallenen Arm b′. Dieser Arm
oben mit einem starken Ringe, der die Rotationsaxe A
ihrem Ende B frei umgiebt, so daſs diese Axe sich f
diesem Ringe drehn kann. Allein durch die Mitte
Arms und längst der Richtung c′ d′ geht eine Stahlst
deren unteres Ende bei c′ in einer verticalen Schrauben
läuft. Diese Stahlstange kann mittelst eines an ihrem
sten Ende bei c′ befindlichen Schraubenkopfs erhöht w
so daſs dann ihr oberster breiter, in einen Halbmond a
fender Theil bei d′ an die Rotationsaxe A B angedrückt
wodurch die freie Rotation dieser Axe A B aufgehoben
den kann.

Wenn man mit diesem Instrumente einen Stern beo
ten will, so schraubt man zuerst diese Stahlstange abwä
daſs die Rotationsaxe frei wird, und bewegt dann diese
A B, also auch das damit fest verbundene Fernrohr un
äuſsern Kreis so lange, bis der zu beobachtende Stern im
de des Fernrohrs erscheint. Dann schraubt man die S
stange wieder aufwärts, so daſs ihr oberer Theil an di
drückt und durch seinen Druck alle weitere freie Bew
der Axe oder des Fernrohrs hemmt. Allein auch in diese

Lage des Instruments läſst sich doch die Axe AB, dem Fernrohre und äuſsern Kreise, noch etwas weni- und zwar durch Hülfe einer feinen horizontalen af, und durch diese feine Drehung kann man es dahin bringen, daſs das bereits durch die vorhergehen- und freie Drehung in das Feld des Fernrohrs gebrachte nun auch genau auf den mittlern, horizontalen Faden kommt, der in dem Brennpuncte des Fernrohrs aus- ist. Wenn man auf diese Weise den erwähnten Fa- auf den Stern gestellt hat, so liest man, in die- des Instruments, die Verniers des Kreises ab so die gesuchte Höhe des Sterns, wenn man an- denjenigen Punct des Kreises kennt, der dem Ze- Beobachters entspricht.

dieser Beschreibung des Meridiankreises sind mehrere aber nicht unwesentliche Vorrichtungen absichtlich worden, um den Vortrag durch Ueberladung nicht zu machen. Wir wollen nun die vorzüglichsten kurz nachholen.

Instrument soll so aufgestellt werden, daſs die hori- Drehungsaxe AB genau von Ost nach West, also auch diese Axe senkrechte Ebene der beiden Kreise, so wie dieser Ebene parallele optische Axe des Fernrohrs ge- der Ebene des *Meridians* liegen, woher eben das In- seinen Namen hat.

Rotationsaxe ist ihrer Länge nach, so wie auch die in derselben Richtung, durchbohrt, um dadurch, einer an der andern Seite des Pfeilers angebrachten das Innere des Fernrohrs zu beleuchten und dadurch Fäden, bei nächtlichen Beobachtungen, sicht- machen. Zu diesem Zwecke ist im Innern das Fern- durchbohrten Oeffnung gegenüber, ein metallener, Ring von einiger Breite angebracht, der das Licht auffängt und dasselbe in der Richtung der Länge auf jene Fäden reflectirt oder vielmehr dadurch Innere des Fernrohrs erleuchtet, so daſs man dann als dunkle gerade Linien auf dem hellen Felde sehn kann.

ferner ein kostbares Instrument dieser Art viele Jahre immer gutem Zustande erhalten werden soll und da

vor allem zu besorgen ist, dafs die cylindrischen Ende
Axe AB durch das bedeutende Gewicht des Instrument
gerieben werden, wodurch diese Axenenden ihre ge
Form und das Instrument selbst seine Brauchbarkeit ve
würde, so ist durch Gegengewichte R, R' und S dafü
sorgt, dafs das ganze Instrument in den beiden Punc
und B nur mit einem sehr kleinen Theile seines Gew
in seinen beiden Metalllagern aufliege, wodurch daher di
bung der Axenenden ungemein vermindert wird. Die
Blei angefüllten Gewichte sind nämlich mit der Rotati
AB auf folgende Weise in Verbindung gesetzt. An de
B der Axe ist eine metallene Stange r angebracht, di
ihrem untern Ende in einen Ring ausläuft; die Oeffnun
ses Ringes ist bedeutend gröfser, als die Axe AB an
Orte und an dem innern Stande dieses Ringes, an de
tern Theile desselben sind bei p und q zwei kleine
förmige Scheiben oder sogenannte Frictionsräder ange
die sich um ihre horizontale Axe bewegen, mit ihrem
Rande etwas über den innern Rand dieses Ringes herv
und dadurch mit dem untern Theile der Axe B in un
bare Berührung kommen. Der oberste Theil dieser ve
Stange aber hat eine kleine Oeffnung, in welche das ei
de einer andern horizontalen Stange u eingreift, währe
andere Ende derselben Stange u das erwähnte Gewicht R
das sich an dieser Stange verschieben läfst. Diese
läfst sich um einen Stift u bewegen und dieser Stif
von der auf dem Pfeiler Q aufgestellten Säule s getrag
diese Weise bilden die beiden Stangen r und u einen
dessen Unterlage jener Stift u ist und der dort, wo s
de Stangen begegnen, ein sogenanntes Knie hat. Bei
Hebel ist R' das Gewicht, während die Last die ih
wendete Hälfte des Instruments ist, und man sieht leic
man dieses Gewicht R' so lange von dem Unterstü
puncte u entfernen kann, bis der von diesen beiden I
beschwerte Hebel sehr nahe im Gleichgewichte ist,
das Instrument, welches früher mit seinem ganzen,
Gewichte in seinem Lager bei B auflag, jetzt nur mi
so geringen Drucke auf dasselbe wirken wird, dafs
eben nicht gleichsam frei in der Luft schwebt. Eine ä
Vorrichtung sieht man auch an dem andern Ende A der Ro

mit dem Gewichte R angebracht. Auf den erwähnten Frictionsrollen wird dann die Axe AB, wie auf den Rädern eines Wagens, mit Leichtigkeit hin und her gedreht werden können, ohne dafs man eine weitere Abnutzung der cylindrischen Enden dieser Axe zu besorgen hat. Ja selbst das Gewicht der beiden Kreise mn, welche auf dieser Axe in dem Punkte A aufliegen, wird durch ein eigenes Gegengewicht S auf eine ähnliche Weise aufgehoben. Da man übrigens das Instrument, wie wir bald sehn werden, öfter umwenden mufs, so dafs die Kreise mn bald auf der Ost-, bald auf der Westseite des Fernrohrs zu stehn kommen, so mufs jeder Pfeiler P und Q zwei Säulen, wie s und t, tragen, von welchen die eine s für die Axe und die andere t für die Kreise bestimmt ist.

Rectification des Meridiankreises.

Um an einem solchen Instrumente zu beobachten, mufs es erst in allen seinen Theilen gehörig rectificirt seyn. Zu diesem Zwecke bemerken wir zuvörderst, dafs in den Brennpunkten des Fernrohrs, senkrecht auf die optische Axe desselben, eine meistens ungerade Anzahl von senkrechten Fäden aufgestellt ist, von welchen der mittlere durch die optische Axe des Rohrs selbst gehn soll. Da das Instrument, wie gesagt, in der Ebene des Meridians aufgestellt wird, so dafs die optische Axe des Fernrohrs, wenn dasselbe um die horizontale Axe AB bewegt wird, in der Ebene des Meridians auf- und abgeht, so werden diese Fäden selbst als ebenfalls Theile dieses Meridians zu betrachten seyn und die Zeit des Durchgangs eines Sterns durch den mittleren wird gleich der Zeit seines Durchgangs durch den Meridian selbst oder gleich der Zeit seiner Culmination seyn. Man wird also an diesem Instrumente, ganz so, wie an dem *Passageninstrumente*[1], die Rectascensionen der Gestirne bestimmen, wenn man die Zeit oder die Correction seiner Uhr bekennt, oder auch, man wird diese Correction der Uhr bestimmen, wenn man den Durchgang eines Fixsterns durch den Meridian beobachtet, dessen Rectascension man bereits kennt.

1. *Passageninstrument.* Bd. VII. S. 296.

Nebst diesen verticalen Fäden ist aber noch ein a horizontaler oder auch mehrere parallele Fäden in der Ebene mit jenen ausgespannt, welche jene unter rechten keln durchkreuzen und die daher die *Parallelkreise* d gen Gestirne vorstellen, welche eben durch diese Fäden Kennt man aber an dem Kreise m n denjenigen Punct, w dem Zenith des Beobachters oder auch dem Pole des A tors entspricht, so wird man nur jene horizontalen Fäd das Gestirn, zur Zeit seiner Culmination, stellen dürfe dann sofort auch an diesem Kreise entweder die Zenith oder auch die Poldistanz dieses Gestirns ablesen zu k Demnach giebt eine solche Beobachtung des Gestirns a verticalen und zugleich an dem horizontalen Faden die scension sowohl als auch die Declination (oder die Höh ses Gestirns, d. h. eine solche Beobachtung giebt ein *ständige* Bestimmung der Lage des Gestirns an der des Himmels, während das Passageninstrument nur die scension desselben zu geben im Stande ist.

Dieses im Allgemeinen über den Gebrauch des Me kreises vorausgesetzt kehren wir nun wieder zu den e ten Fäden im Brennpunct des Fernrohrs zurück. We verticalen Fäden parallel und unter sich äquidistant sin wenn diese Distanzen jedes einzelnen Fadens von der lern oder dem Meridianfaden bekannt sind, so ist es schon genug, den Durchgang des Sterns nur an einem Fäden zu beobachten, um dadurch auch schon die Zeit Durchgangs durch den mittlern Faden oder die Zeit Culmination zu erhalten. Allein um sich von Beobac fehlern so viel als möglich unabhängig zu machen, wird Durchgang des Sterns an allen diesen verticalen Fäden ten und dann aus den sämmtlichen Beobachtungen da nehmen. Gesetzt man hätte fünf solcher Fäden und stanz des 1., 2., 4. und 5. Fadens von dem mittlern derselben Ordnung a, a', a'' und a''', in Zeitsecunden drückt. Sind nun diese Fäden alle unter sich äquidist steht jeder von seinem nächsten um α Zeitsecunden ab $a = a''' = 2\alpha$ und $a' = a'' = \alpha$, und man wird nun da aus den fünf beobachteten Durchgängen nehmen, um besserte Zeit des Durchgangs durch den mittlern Fade halten. Allein es ist sehr schwer, die Abstände alle

[...] gleich grofs zu machen. Nehmen wir daher an, dafs [...] einander ungleich sind, dafs aber jeder einzelne die[...]stände oder dafs der Werth der vier Gröfsen a, a′, a″ [...] a‴ genau bekannt ist. Wir werden sogleich sehn, wie man [...] Werthe mit aller Schärfe bestimmen kann. Dieses vor[...] seyen t, t′, t″, t‴, t^{IV} die fünf Beobachtungszeiten, [...] man auch für die daraus abgeleiteten Durchgänge des [...] durch den mittlern Faden, wenn δ die Declination des [...] bezeichnet,

$$t + \frac{a}{\text{Cos.}\,\delta}$$

$$t' + \frac{a'}{\text{Cos.}\,\delta}$$

$$t''$$

$$t''' - \frac{a''}{\text{Cos.}\,\delta}$$

$$t^{IV} - \frac{a'''}{\text{Cos.}\,\delta}.$$

[...] man die Summe dieser fünf Ausdrücke und dividirt [...] fünf, so hat man, wenn $\Theta = \frac{t + t' + t'' + t''' + t^{IV}}{5}$ [...] die gesuchte Zeit T des Durchgangs des Sternes durch [...] mittlern Faden

$$T = \Theta + \frac{(a + a') - (a'' + a''')}{5\,\text{Cos.}\,\delta}$$

[...] ist der Ausdruck, den man bei jeder Beobachtung [...] Meridiankreise, so wie an dem Passageninstrumente [...] pflegt.

[...] die Gröfse a oder die Distanz von zweien dieser ver[...] Fäden zu bestimmen, sey t die Zeit, in Secunden der [...] ausgedrückt, die ein Stern, dessen Declination D [...], um von dem einen dieser Fäden, zur Zeit der [...], zum andern zu gelangen, so hat man, wie grofs [...] Intervall a der Fäden seyn mag,

$$\text{Sin.}\,\frac{a}{2} = \text{Sin.}\,\frac{15\,t}{2}\,.\,\text{Cos.}\,D$$

[...] sieht, dafs man die Gröfse a vorzüglich durch zwei [...] genau finden wird, die nahe an dem Pole des Aequa[...] oder für die D nahe gleich 90° ist. Ist aber die

Distanz a, wie gewöhnlich, nur sehr klein, so wird man dieses Ausdrucks den folgenden anwenden können

$$a = t . \text{Cos. } D$$

und dieses a, ebenfalls in Secunden der Sternzeit ausged ist zugleich die Zeit, die ein im Aequator liegender Stern gebraucht, das Intervall zwischen jenen beiden Fäden zu zulegen, während jeder andere, dessen Declination δ ist Zeit

$$t = \frac{a}{\text{Cos. } \delta}$$

dazu verwenden wird. Will man endlich die Distanz Raumsecunden haben, so wird man die so erhaltene Gr noch durch 15 multipliciren.

Um dieses so angefertigte Fadennetz, das auf einem nen Ringe angebracht ist, der sich im Innern des Fern durch eigens dazu angebrachte Schrauben, noch nach Seiten verschieben läfst, genau so zu stellen, dafs die dieses Netzes durch den Brennpunct des Fernrohrs geh wird man zuerst das Ocular des Fernrohrs so stellen, man durch das Rohr sehr weit entfernte Gegenstände deutlich sieht, wozu sich am besten Doppelsterne e Sieht man dann, bei dieser Stellung des Oculars, jene nicht ganz rein und schwarz, so nähert oder entfernt m Ebene des Netzes von dem Auge so lange, bis man die den am deutlichsten sieht. Auch kann man sicherer ne nen der Fäden auf einen scharf begränzten und sehr e ten irdischen Gegenstand stellen und dann das Auge v Ocular so weit als möglich seitwärts bewegen. Geh dieser Bewegung des Auges, Auge und Bild des Obje dieselbe Seite, so ist der Faden zu nahe an dem Auge un gekehrt.

Um dann die ersten oder verticalen Fäden auch vo men in eine auf den Horizont des Beobachters senkrecht zu bringen, läfst man den einen dieser Fäden, indem m Fernrohr sanft auf und ab bewegt, an einem wohl begr terrestrischen Gegenstand auf und ab laufen, und sieht er immer dieselbe Entfernung von dem Gegenstande Thut man dasselbe auch mit allen andern Fäden, so kan sich dadurch von dem Parallelismus derselben überz Dazu mufs aber, streng genommen, die Rotationsaxe A

[illegible] genau horizontal gestellt seyn. Wie dieses zu er-[illegible], werden wir weiter unten sehn. Ebenso wird man, [illegible] einen eben durch das Feld des Fernrohrs gehenden [illegible] einen der horizontalen Fäden stellt, sehn, ob der [illegible], so lange er im Felde sichtbar ist, immer den Weg des [illegible] verfolgt, wodurch die Horizontalität des Fadens con-[illegible] wird. Wenn man auf diese Weise das Fadennetz in [illegible] Theilen berichtigt hat, so wird man zu den Be-[illegible] des Instruments selbst schreiten. Wir wollen [illegible] der Ordnung kurz anführen, weil die Wichtigkeit [illegible] Instruments die Kenntnifs dieser Rectificationen erfor-[illegible] weil sie auch zugleich bei andern Instrumenten, oft [illegible] kleinen Modificationen, nützlich angewendet werden [illegible].

[illegible] Die optische Axe des Fernrohrs mufs auf der Dre-[illegible] AB des Instruments genau senkrecht stehn. Diese [illegible] diejenige gerade Linie, welche die Mitte des Objectivs [illegible] Fernrohrs mit dem Brennpuncte desselben verbindet und [illegible] bereits erwähnt, auch auf der Ebene des Fadennetzes [illegible] stehn mufs. Wenn nämlich diese senkrechte Stel-[illegible] optischen Axe auf der Drehungsaxe nicht statt hat, [illegible] das Fernrohr, selbst wenn die Drehungsaxe horizon-[illegible] keinen Höhenkreis beschreiben, also auch nicht in der [illegible] des Meridians auf und ab gehn, wie dieses doch noth-[illegible] von dem Instrumente gefordert wird.

Um diese Stellung der optischen Axe zu erreichen, wird [illegible] den mittlern verticalen Faden auf ein wohlbegrenztes, [illegible] Object stellen und dann das ganze Instrument in [illegible] Lager umwenden, so dafs der Kreis mn auf die Seite [illegible] Pfeilers zu stehn kommt. Trifft der Faden, in die-[illegible] Lage des Instruments, jenes Object wieder in dem-[illegible] Punct, so steht die optische Axe richtig. Im entge-[illegible] Falle aber wird man den mittlern Faden, mittelst [illegible] bestimmten Schraube, um die Hälfte des bemerkten [illegible] verbessern und dann das angezeigte Verfahren so lange [illegible], bis man keine Fehler mehr bemerkt.

[illegible] schon man auf diese Weise den Fehler der Axe oder [illegible] genannten *Collimationsfehler* des Instruments sehr klein [illegible] kann, so läfst er sich doch nur schwer ganz weg-[illegible], und selbst wenn er weggebracht ist, wird man nicht

sicher seyn, dafs er in kurzer Zeit durch irgend eine Aend
rung des Instruments, selbst schon durch den Einflufs einer ve
schiedenen Temperatur desselben, sich nicht wieder geänd
habe. Die neuern Beobachter ziehn es daher vor, diesen,
wie alle andere Fehler, zuerst allerdings durch mechanisc
Mittel, wie z. B. das eben erwähnte, so klein als möglich
machen, aber dann den etwa noch übrig bleibenden oder si
neu erzeugenden Fehler unmittelbar durch astronomische B
obachtungen mit viel gröfserer Schärfe zu bestimmen und v
dieser Bestimmung bei jeder fernern Beobachtung Rechnung
tragen.

So wird man also auch hier, wenn einmal jener Collim
tionsfehler nur klein ist, den noch übrigen Rest desselben
folgende Weise bestimmen. Man beobachte den Durchga
eines dem Pole sehr nahen Sterns an dem ersten der in d
Fernrohre senkrecht ausgespannten Fäden. Die Zeit die
Beobachtung, durch das bekannte Intervall der Fäden auf d
Mittelfaden reducirt, sey Θ. Dann wende man den Meridiankr
um, so dafs die Kreise m n auf die andere Seite kommen, u
beobachte den Stern wieder an dem letzten Faden, das hei
an demselben, der vorhin der erste war. Die Zeit dieser zw
ten Beobachtung, auf den Mittelfaden gebracht, sey Θ'.
nun $90^{\circ} - c$ der Winkel, welchen die optische Axe
Rohrs mit der Rotationsaxe A B des Instruments macht, so
man

$$c = \frac{1}{2} (\Theta' - \Theta) \text{ Cos. } \delta,$$

wo δ die Declination des Sterns und c in Zeitsecunden a
gedrückt ist.

II. Wenn so der Collimationsfehler c des Instruments b
kannt ist, so mufs man zusehn, ob die Rotationsaxe A B v
kommen horizontal liegt. Dieses findet man am besten du
die Hakenlibelle, von welcher bereits oben[1] gesprochen w
den ist und die man in Bd. VII. Fig. 25. bei g x x g' ab
bildet sieht. Man hängt diese Libelle mit ihren beiden
ken an die Axenenden A und B auf und liest die Zahl
ab, die der Mitte der Luftblase entspricht. Dann wendet
diese Libelle um, so dafs ihr östliches Ende auf die W
seite kommt, und wenn in dieser Lage die Mitte der Blas

---

1 S. Art. *Passageninstrument.*

...g, so hat man, wenn k den schon bekannten Werth ei... ...Theilstrichs der Libelle in Raumsecunden bezeichnet,

$$b = \frac{k}{30}(m - n),$$

...b der gesuchte Winkel in Zeitsecunden ausgedrückt ist, ...chen die Rotationsaxe mit dem Horizonte bildet. Ist die... Winkel b noch beträchtlich, so wird man ihn dadurch ...kleinern können, dass man die Unterlage des einen oder ...andern Endes der Schraube bei A oder B, mittelst der ...bestimmten Schraube, um die Hälfte des gefundenen Feh... ...rs erhebt. Dasselbe Verfahren wird man dann so lange wie... ...derholen, bis der Fehler b so klein ist, dass man ihn durch ...mechanische Mittel nicht gut mehr verringern kann.

III. Wenn so die beiden Fehler b und c berichtigt sind, ...wird das Fernrohr, wenn man es auf und ab bewegt, die ...ne eines Verticalkreises beschreiben. Allein es soll nur in ...Ebene desjenigen Verticalkreises, der zugleich durch die ...n Pole geht, liegen, oder es soll, seiner oben erwähnten ...mmung gemäss, die Ebene des Meridians beschreiben. ...men wir an, dass der von der optischen Axe des Fern... ...beschriebene Verticalkreis mit dem Meridiane den kleinen ...kel a bilde, so dass also a das Azimuth dieser optischen ...ist. Um diesen Winkel a zu finden, sey t die Uhrzeit ...beobachteten Durchgangs eines bekannten Sterns, dessen ...scension α und Declination δ ist, durch den Mittelfaden ...Fernrohrs, und man setze der Kürze wegen

$$m = \frac{\text{Sin.}(\varphi - \delta)}{\text{Cos.}\,\delta},$$

...die Polhöhe des Beobachtungsortes bezeichnet. Für ei... ...zweiten Stern seyen dieselben Grössen

$$t', \alpha', \delta' \text{ und } m' = \frac{\text{Sin.}(\varphi - \delta')}{\text{Cos.}\,\delta'}.$$

...men an, dass die optische Axe des Fernrohrs, wäh... ...der Bewegung desselben, auf der Südseite des Zeniths ...vom Meridian liege, und dass ferner die zu diesem ...gebrauchte Uhr, zur Zeit der Beobachtung, um x Se... ...zu spät gegen Sternzeit gehe, so hat man für den er... ...ten

$$x = \alpha - t - m.a$$

...enso für den zweiten

$$x = \alpha' - t' - m'.a.$$

Eliminirt man aus diesen beiden Gleichungen die Größe x, erhält man für das gesuchte Azimuth des Fernrohrs

$$a = \frac{(\alpha' - t') - (\alpha - t)}{m' - m}$$

oder

$$a = [(\alpha' - t') - (\alpha - t)] \cdot \frac{\text{Cos.}\,\delta \,.\, \text{Cos.}\,\delta'}{\text{Cos.}\,\varphi\, \text{Sin.}\,(\delta - \delta')}.$$

Man bemerke noch, daſs, wenn man einen *Circumpolarste* zu diesen Beobachtungen gewählt hat, man statt δ das Co plement seiner Declination zu 180° setzen muſs, vorausgese daſs man ihn in seiner untern Culmination beobachtet ha Für den Polarstern ist z. B. die Declination 88° 30′, also w man für seine untere Declination $\delta = 91°\ 30'$ setzen. Ueb haupt sind solche dem Pole nahe Sterne, wie der vorher hende Ausdruck zeigt, die vortheilhaftesten zur Bestimmu der Gröſse a, und man wird am besten thun, wenn m statt zweier Sterne, nur einen solchen Circumpolarstern, a in seinen beiden Culminationen, beobachtet. Ist nämlich t Zeit der obern und t′ die der untern Culmination und is die Declination des beobachteten Sterns, so hat man

$$a = \frac{t' - t - 12^h}{2\,\text{Cos.}\,\varphi\, \text{Tang.}\,\delta},$$

welcher Ausdruck von der Kenntniſs der Rectascension Sterns, wie man sieht, ganz unabhängig ist.

Diese Bestimmung des Azimuths a des Fernrohrs s voraus, daſs man die beiden andern Fehler b und c dessel schon ganz weggebracht hat. Da aber dieses durch mec nische Mittel nicht gut möglich ist, so wird es besser se diese Fehler b und c, nachdem man sie durch das oben gezeigte Verfahren klein genug gemacht hat, durch astrono sche Beobachtungen zu bestimmen und dann, bei der Best mung des dritten Fehlers a, davon Rechnung zu tragen.

Ist nämlich wieder für den ersten Stern

$$m = \frac{\text{Sin.}\,(\varphi - \delta)}{\text{Cos.}\,\delta} \text{ und } n = \frac{\text{Cos.}\,(\varphi - \delta)}{\text{Cos.}\,\delta}$$

und setzt man ebenso für den zweiten

$$m' = \frac{\text{Sin.}\,(\varphi - \delta')}{\text{Cos.}\,\delta'}, \text{ und } n' = \frac{\text{Cos.}\,(\varphi - \delta')}{\text{Cos.}\,\delta'},$$

so hat man, wenn man auch die Fehler b und c berücks tigt, die beiden Gleichungen

$$\alpha = t + x + am + bn + \frac{c}{\text{Cos.}\,\delta} \quad \ldots \quad (I)$$

$$\alpha' = t' + x + am' + bn' + \frac{c}{\text{Cos.}\,\delta'} \quad \ldots \quad (II)$$

und daraus erhält man den gesuchten Werth von a durch den Ausdruck

$$a = \frac{(\alpha - t) - (\alpha' - t') - b(n - n') - c\left(\frac{1}{\text{Cos.}\,\delta} - \frac{1}{\text{Cos.}\,\delta'}\right)}{m - m'}.$$

Hat man aber auch hier, was am vortheilhaftesten ist, nur einen einzigen Circumpolarstern, aber in seinen beiden Culminationen beobachtet, so hat man für die obere Culmination

$$(\alpha - t - x)\,\text{Cos.}\,\delta = a\,\text{Sin.}(\varphi - \delta) + b\,\text{Cos.}(\varphi - \delta) + c \ldots \quad (III)$$

und für die untere

$$(12 + \alpha - t' - x)\,\text{Cos.}\,\delta = a\,\text{Sin.}(\varphi + \delta) + b\,\text{Cos.}(\varphi + \delta) - c \ldots \quad (IV),$$

so daſs man daher für das gesuchte Azimuth den Ausdruck erhält

$$a = \frac{12 + t - t' + [b\,\text{Cos.}(\varphi - \delta) - b\,\text{Cos.}(\varphi + \delta) + 2c]\,\frac{1}{\text{Cos.}\,\delta}}{2\,\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Tang.}\,\delta}.$$

Kennt man aber auf diese Weise die drei Fehler a, b, c des Instruments, so zeigen die Gleichungen I, II, so wie III, IV, daſs man mit diesem Instrumente unmittelbar die Rectascension α des beobachteten Sterns erhält, wenn bereits die Correction der Uhr gegeben ist, oder umgekehrt diese, wenn jene bekannt ist. Wählt man die Beobachtungen jedes Tages gehörig aus, so wird man an diesem Instrumente zuerst den Fehler x der Uhr und dann die Rectascension α der noch unbekannten Fixsterne oder Planeten mit der gröſsten Schärfe bestimmen können, und dieses ist einer der wichtigsten Vortheile, welche dieses Instrument der beobachtenden Astronomie gewährt.

IV. Allein dieses sind, obschon die vorzüglichsten, doch keineswegs noch alle die Correctionen, welche man bei der Beobachtung mit diesem Instrumente berücksichtigen muſs. Da dasselbe, wie gesagt, ein so wichtiges Instrument der neuern beobachtenden Astronomie ist und da es, gehörig behandelt, eine so groſse Präcision in seinen Resultaten gewährt, so wird es angemessen seyn, die noch übrigen Correctionen desselben hier kurz anzuzeigen.

Die beiden Kreise m, n dieses Instruments sind, wie bereits erwähnt, dazu bestimmt, entweder die *Höhe* oder auch die *Poldistanz* des an dem mittlern horizontalen Faden beobachteten Sterns zu bestimmen. Zu diesem Zwecke mufs die Ebene dieser beiden concentrischen Kreise genau vertical gestellt seyn. Wäre n der Winkel, welchen diese Ebene des Kreises mit der durch seinen Mittelpunct gehenden Verticalebene macht, so hätte man, wenn z die an dem Instrumente gefundene und z′ die wahre Zenithdistanz des Sterns bezeichnet, die Gleichung

$$\text{Cos. } z' = \text{Cos. } n \text{ Cos. } z,$$

oder, da n nur klein seyn kann,

$$z' - z = \frac{n^2}{2} \text{ Cotg. } z. \text{Sin. } 1''$$

für die Correction, die man an jeder beobachteten Zenithdistanz z anbringen mufs, um die wahre Zenithdistanz z′ zu erhalten. Man sieht, dafs dieser Fehler besonders bei den dem Zenith nahen Sternen gefährlich werden kann. Wenn aber die Rotationsaxe AB des Meridiankreises genau horizontal gestellt worden ist, so kann man, bei wohlgebauten Instrumenten dieser Art, jenen Fehler n ohne Nachtheil vernachlässigen, da der Künstler die Mittel besitzt, die Ebene dieser Kreise vollkommen senkrecht auf ihre Axe zu setzen.

Nennt man z die Meridianzenithdistanz eines Sterns, p die Poldistanz desselben und ψ die Aequatorhöhe des Beobachtungsortes, so hat man bekanntlich für Culminationen auf der Südseite des Zeniths

$$\psi = p - z.$$

Für Culminationen auf der Nordseite des Zeniths aber ist bei oberen Culminationen

$$\psi = z + p$$

und bei untern Culminationen

$$\psi = z - p.$$

Dürfte man nun annehmen, dafs der Künstler, welcher den Meridiankreis verfertigte, den Nullpunct der Theilung des Kreises bereits so gestellt habe, dafs er genau dem Zenithe des Beobachters entspreche, so würden diese Gleichungen hinreichen, durch eine einzelne Beobachtung an diesem Kreise eine von den drei Gröfsen z, p oder ψ zu bestimmen, wenn die beiden andern bereits bekannt sind. Allein diese Annahme

kann nicht zugegeben werden, also ist es Sache des Beobachters, den eigentlichen Mittelpunct der Theilung oder den Zenithpunct des Kreises selbst zu bestimmen. Nehmen wir an, der Künstler habe seinen mit 0 bezeichneten Punct um den unbekannten Bogen x zu weit vor- oder rückwärts von dem wahren Puncte gesetzt. Nennt man überdiefs r die Refraction, welche der beobachteten Zenithdistanz zugehört, so wird man, um nur bei den Circumpolarsternen, als den geeignetsten zu unserm Zwecke, stehn zu bleiben, für die beiden letzten Gleichungen eigentlich die folgenden setzen müssen:

in der obern Culmination

$$\psi = z + x + r + p \ldots (1)$$

und in der untern

$$\psi = z' + x + r' - p \ldots (2)$$

vorausgesetzt nämlich, dafs, wegen der erwähnten Fehler des Künstlers, der Kreis in dieser Lage alle Zenithdistanzen um die Gröfse x zu klein gebe. Wenn man nun aber das ganze Instrument umwendet, so dafs die Kreise m, n, die früher z. B. bei dem östlichen Pfeiler P standen, jetzt auf die Seite des westlichen Q kommen, so wird in dieser Lage des Instruments der Kreis alle damit beobachteten Zenithdistanzen offenbar um dieselbe Gröfse x zu klein geben und man wird daher haben

für die obere Culmination

$$\psi = z'' - x + r + p \ldots (3)$$

und für die untere

$$\psi = z''' - x + r' - p \ldots (4).$$

Aus diesen Gleichungen sieht man, dafs man die Gröfse x durch Umkehrung des Instruments, nämlich dadurch bestimmen kann, wenn man denselben Stern in derselben Culmination in der ersten und auch in der zweiten oder umgewendeten Lage des Instruments beobachtet. In der That giebt die Differenz der Gleichungen 1 und 3

$$x = \tfrac{1}{2}(z'' - z)$$

aus den beiden obern Culminationen, und ebenso giebt die Differenz der Gleichungen 2 und 4

$$x = \tfrac{1}{2}(z''' - z')$$

aus den beiden untern Culminationen. Man erhält so den Fehler x des Nullpuncts der Theilung, ohne die Polhöhe, ohne die Poldistanz und selbst, was besonders vortheilhaft ist, ohne

die Refraction zu kennen, die besonders bei etwas größern Zenithdistanzen noch immer unsicher ist.

Addirt man aber alle vier Gleichungen, so giebt ihr Summe

$$\psi = \tfrac{1}{4}(z + z' + z'' + z''') + \tfrac{1}{2}(r + r')$$

oder die gesuchte Aequatorhöhe, die aber, wie man sieht, di Kenntniſs der Summe der beiden Refractionen voraussetzt was nicht vortheilhaft ist. Dafür erhält man durch die Differenz der Gleichungen 1 und 2 oder auch der Gleichungen 3 und 4

$$p = \tfrac{1}{2}(z' - z) + \tfrac{1}{2}(r' - r)$$

oder

$$p = \tfrac{1}{2}(z''' - z'') + \tfrac{1}{2}(r' - r)$$

oder man erhält die Poldistanz p des Sterns, wenn man nu die Differenz der beiden Refractionen kennt, und diese Differenz läſst sich allerdings mit desto gröſserer Sicherheit als bekannt voraussetzen, je näher der beobachtete Stern an den Pole steht oder je weniger seine beiden Zenithdistanzen in der obern und untern Culmination von einander verschieden sind. Auf diese Weise kann man also die Gröſsen x und y als durch die Beobachtungen bestimmt betrachten. Allein di Gröſse ψ selbst läſst sich nicht finden, ohne die Refraction r oder r′ selbst als bereits bekannt vorauszusetzen.

Eigentlich befindet man sich wohl hier in einem sogenannten fehlerhaften Cirkel, da sich die Polhöhe eines Ort nicht ohne die Kenntniſs der Refraction, so wie auch diese sich nicht ohne jene bestimmen läſst. Folgendes Verfahren wird uns aus diesem Irrgange befreien. Nehmen wir an, daſs wir, was immer der Fall ist, sowohl die Polhöhe p des beobachteten Sterns, als auch die seiner Zenithdistanz zugehörende Refraction r wenigstens beinahe, etwa bis auf einig Secunden genau, kennen und daſs diese beiden wahren und uns daher noch unbekannten Gröſsen p + dp und r + dr seyn sollen. Nimmt man bloſs auf den vorzüglichsten Coefficienten den der Refraction, Rücksicht, der hier allein als noch eine Correction bedürfend angesehn werden darf, so hat man, wenn z die beobachtete Zenithdistanz ist,

$$r = am . \text{Tang. } z,$$

wo a = 58″ und m der von dem Barometer und Thermo-

meter abhängige bekannte Factor ist, so dafs daher die wahre Refraction

$$r + dr = (a + da)\, m.\ \mathrm{Tang.}\, z$$

seyn wird. Nehmen wir nun an, man hätte eine grofse Anzahl von beobachteten Zenithdistanzen eines Sterns, in der obern sowohl, als auch in der untern Culmination, und zwar in beiden Lagen des Meridiankreises erhalten, so würde, wenn r und p für die obern und r′ und p′ für die unteren Culminationen gehören und wenn diese vier Gröfsen genau bekannt wären, man also haben (wenn man die Summe der vorhergehenden Gleichungen 1 und 3 und ebenso die Summe der Gleichungen 2 und 4 nimmt)

$$\psi = \tfrac{1}{2}(z + z'') + r + p$$

und

$$\psi = \tfrac{1}{2}(z' + z''') + r' - p',$$

und diese zwei Werthe von ψ müfsten einander gleich seyn, wenn anders die beobachteten Zenithdistanzen und diese vier Gröfsen r und r′, p und p′ richtig sind. Da nun das Letzte, unserer Voraussetzung zufolge, nicht der Fall ist, so wird man in den beiden letzten Gleichungen statt p und p′ die Gröfsen p + dp und p′ + dp′ und statt r und r′ die vorhergehenden Werthe dieser Gröfsen substituiren. Da aber dann die beiden letzten Werthe von ψ einander gleich seyn sollen, so wird auch die Differenz derselben gleich Null seyn oder man wird haben

$$0 = \tfrac{1}{2}(z + z'') - \tfrac{1}{2}(z' + z''') + r - r' + p + p',$$

oder, wenn man der Kürze wegen setzt

$$n = \frac{z + z''}{2} + r + p \text{ und } n' = \frac{z' + z'''}{2} + r' - p',$$

wo r, r′, p und p′ die oben angenommenen, schon nahe bekannten Werthe dieser Gröfsen bezeichnen, so wird man haben

$$0 = n - n' + 2dp + (m\,\mathrm{Tang.}\, z - m'\,\mathrm{Tang.}\, z').\, da,$$

und dieses ist eine der Bedingungsgleichungen, die man für jede doppelte Beobachtung der obern und untern Culmination eines Circumpolarsterns erhalten wird. Nehmen wir z. B. an, das erste Doppelpaar dieser Beobachtungen hätte die Gleichung

$$0 = 2'',5 + 2dp + 0,5\, da$$

und das zweite hätte ebenso

$$0 = 1'',9 + 2dp + 0,7da$$

gegeben, so würde man daraus die beiden Werthe

$$da = +3'' \text{ und } dp = -2''$$

finden, und dadurch wäre nun die Refraction sowohl, als auc die Poldistanz des Sterns vollkommen genau bekannt, un dann hat es keine Schwierigkeit mehr, auch die Gröſse ψ au jeder der vier vorhergehenden Gleichungen (1 bis 4) zu be stimmen. Dabei wurde nur vorausgesetzt, daſs alle beobach tete Zenithdistanzen vollkommen richtig und fehlerfrei sind Da dieses aber von keiner Beobachtung, so wie überhaupt vo keinem Menschenwerke gesagt werden kann, so bleibt nich übrig, als so viele und so gute Beobachtungen, als möglic zu sammeln, aus jedem zusammengehörenden Doppelpaare ein den obigen ähnliche Bedingungsgleichung abzuleiten, und dan aus allen diesen Gleichungen, nach der Methode der kleinste Quadrate, die wahrscheinlichsten Werthe der beiden Gröſse da und dp zu bestimmen. Auf diese Weise erhält man nich nur die wahren Werthe von p und ψ, sondern auch zugleic den wahren Polpunct oder denjenigen Punct des Kreises, wel cher dem Nordpol des Aequators entspricht, so wie man zu vor, durch Umkehren des Instruments, die Gröſse x oder de wahren Zenithpunct des Kreises erhielt. Kennt man aber ein mal die Gröſsen p und r für einen Stern, so kann man durc jede spätere Beobachtung desselben den wahren Polpunct de Kreises, falls er sich etwas verändert haben sollte, sogleic wieder auffinden, und mit dem so bekannten Polpuncte gie sofort jede Beobachtung eines andern Sterns an dem Krei die noch unbekannte *Poldistanz* oder, wenn man sie auf de Zenithpunct des Kreises reducirt, auch die *Zenithdistanz* die ses Sterns, so daſs man also, wie oben gesagt, mit dem Me ridiankreise die vollständige Lage jedes Gestirns schon durc eine einzige Beobachtung erhalten kann.

V. Eine besondere Sorgfalt muſs auch auf die richtig Form der beiden Enden oder der sogenannten Zapfen der Dre hungsaxe bei A und B gewendet werden. Diese Zapfen sol len Cylinder mit kreisförmiger Basis seyn. Die oben erwähn Hänglibelle giebt die Mittel, die Abweichung der Form die ser Zapfen von der geforderten zu erkennen und von ihr be den Beobachtungen Rechnung zu tragen, so wie man auc mit derselben Libelle sich von der Gleichheit der Durch-

messer dieser cylindrischen Zapfen überzeugen kann. Auch hat man öfter bemerkt, dafs das Fernrohr während seiner Drehung in verschiedenen Zenithdistanzen verschiedene, wenn auch nur geringe Abweichungen von der Ebene des Meridians giebt. Zu dieser Untersuchung wird man sich am besten eines Quecksilberhorizontes bedienen und nebst der gewöhnlichen Höhe des Sterns auch noch die Tiefe seines Bildes in dem Spiegel an dem Kreise bestimmen. Dasselbe Mittel wird auch diejenigen Fehler des Kreises entdecken und bestimmen lassen, welche durch eine Biegung der einzelnen Theile des Instruments in Folge der ungleichen Wirkung der Schwere entstehn können[1].

Nothwendiger Nachtrag über das Aequatoreal.

Das Aequatoreal ist bereits unter dem Artikel dieses Namens in dem ersten Theile dieses Werkes umständlich beschrieben worden, aber der Gebrauch und die diesem Gebrauche vorausgehenden nothwendigen Rectificationen sind daselbst nicht angegeben worden, sondern es wird gesagt: „zur Berichti-„gung dieses Instruments dienen ähnliche Beobachtungen, wie „bei dem Mittags- oder Meridiankreise, daher ich hier auf „die dort umständlicher zu erwähnenden Mittel verweise.“ Da dieses Instrument, besonders in der vollkommenen Art, wie es in unsern Tagen gebaut wird, ebenfalls eines der wichtigsten der neuern Astronomie ist, so mufs jenem früheren Versprechen jetzt nachgekommen werden, obschon hier, bei dem Meridiankreise, nicht der schicklichste Platz dazu ist und auch die Rectificationen beider Instrumente, jener Versicherung ungeachtet, wohl nur wenig ähnliches unter einander haben, wie wir sogleich näher sehn werden.

Wenn der Leser das, was bereits an dem erwähnten Orte dem Art. *Aequatoreal* gesagt worden ist, mit Aufmerksam-

---

1 Diese und mehrere andere Untersuchungen des Meridiankreises et man näher angezeigt in Bessel's astron. Beobachtungen Bd. X., Schumacher's astron. Nachrichten Bd. IV, in den Annalen der ener Sternwarte Bd. X, in Littrow's Vorles. über Astron. Bd. S. 200 bis 238 u. s. f.

keit durchgeht, so wird er bemerken, dafs dieses ebenso reiche als nützliche Instrument vorzüglich sechs Fehlern terworfen ist, die man kennen lernen mufs, um sie, w stens gröfstentheils, durch mechanische Mittel wegzusch und um dann von den noch übrig bleibenden Fehlern jeder künftigen, auf Genauigkeit Anspruch machenden I achtung Rechnung tragen zu können. Wenn nämlich Instrument in einem guten, beobachtungsfähigen Zustand soll, so mufs I. die grofse Rotationsaxe desselben in der I des Meridians liegen und II. mit dem Horizonte eine Polhöhe des Beobachtungsortes gleichen Winkel bilden mufs aber auch ferner III. die Ebene des Declinationsk mit jener Rotationsaxe parallel und IV. die optische Ax Fernrohrs mit dieser Ebene des Declinationskreises p seyn. Endlich mufs V. sowohl der Vernier des Stunde ses, als auch VI. jener des Declinationskreises seine ge Stelle auf diesen Kreisen einnehmen oder doch die Al chung derselben bekannt seyn. Andere Forderungen, w B. die senkrechte Stellung des Stundenkreises auf die tionsaxe u. s. f., werden gewöhnlich schon von dem Kü der das Instrument verfertigt, mit grofser Schärfe berück tigt, da ihm die neue und sehr vollkommene Einric seiner Drehbänke alle Mittel an die Hand giebt, diesen derungen mit Präcision zu entsprechen.

Wir wollen zuerst ein blofs mechanisches Verfahren ang durch welches man alle erwähnte sechs Fehler nahe ganz schaffen kann. Man bringe das Instrument durch irgend ein richtung, die, da sie blofs zur vorläufigen Bestimmung Fehler dient, auch von Holz, nur solid genug, gearbeit kann (sie kann in einem fast vertical aufgestellten Bal einem Seitenarm, wie z. B. in der Fig. 45. des Bd. I ses Werkes, bestehn), in einer solchen Stellung, dafs di fse Rotationsaxe vertical, also der Stundenkreis hor werde. In dieser Lage kann man das Aequatoreal g den *Multiplicationskreis* behandeln und die drei letzte III, IV und VI. oben angezeigten Fehler ganz so, w bei diesem Instrumente sagen werden, berichtigen. De ler III wird nämlich mittelst der Hängelibelle, die Axe des Declinationskreises bestimmt ist, und der Fe wird durch Umwenden des Instruments um seine jet

ticale Axe weggebracht. Hat man aber diese zwei Fehler entfernt, so wird man die Höhe irgend eines terrestrischen Objects mit umgewendeten Instrumente oder zweimal beobachten und dadurch den Zenithpunct, also auch den Fehler VI des Verniers des Declinationskreises bestimmen.

Kennt man aber so den Zenithpunct des Declinationskreises, so findet man auch sofort den Polpunct desselben, wenn man von dem Zenithpuncte um einen Bogen weiter zählt, welcher der Aequatorhöhe des Beobachtungsortes gleich ist.

Nachdem diefs geschehn, lege man das Instrument wieder in seine frühere Lage zurück, so dafs A) die Rotationsaxe desselben der Weltaxe nahe parallel werde und dafs B) der Declinationskreis in eine auf den Horizont nahe senkrechte Lage komme. Diesen zwei Forderungen wird man aber auf folgende Weise entsprechen. Mit der bereits erwähnten Hänglibelle des Declinationskreises kann man ganz wie bei dem Multiplicationskreise[1] den Declinationskreis vertical stellen, wodurch die Forderung B befriedigt wird. Um dann auch der andern A Genüge zu thun, stellt man den Vernier, d. h. das mit dem Vernier fest verbundene Fernrohr, auf die bereits bekannte Poldistanz (weil der Polpunct des Kreises bekannt ist) des Sterns, am besten des Polarsterns, so wird man schon mehrere Minuten vor der Culmination dieses Sterns denselben im Felde des Fernrohrs und zwar, wenn man die vorhergehenden Operationen nur mit einiger Sorgfalt ausgeführt hat, auch schon in der Nähe des Durchschnitts der zwei Mittelfäden des Fernrohrs erblicken. Wenn man daher, in dem bekannten Augenblicke der Culmination des Sterns, durch eine leise Verschiebung des einen Endes der Rotationsaxe den Stern genau in den Durchschnitt jener zwei Fäden bringt, so wird dadurch das ganze Instrument gehörig aufgestellt seyn, d. h. die Rotationsaxe wird in der Ebene des Meridians liegen und mit dem Horizonte die der Polhöhe gleiche Neigung haben, wodurch die Fehler I und II weggebracht werden, und wenn man überdiefs auch den Vernier des Stundenkreises in dem Augenblicke jener beobachteten Culmination auf den Anfangspunct der Theilung stellt, so wird auch der Fehler V und sonach alle sechs oben erwähnten Fehler weg-

1 S. Art. *Multiplicationskreis.*

gebracht seyn, so dafs man, in diesem Zustande des I
ments, das Fernrohr nur auf die Poldistanz und auf den
denwinkel eines gegebenen Sterns für eine gegebene Zei
len darf, um auch sofort schon diesen Stern in dem ge
nen Momente nahe in der Mitte des Feldes des Fernroh
erblicken.

Diese Rectification ist so einfach, dafs sie von jede
sitzer eines gröfsern, parallaktisch aufgestellten Fernrohr
Mühe und mit Sicherheit vorgenommen werden kann.
übrigens für sich klar, dafs jedes gröfsere Fernrohr mit
solchen Aufstellung versehn seyn soll, weil die Vortheile
selben, in Beziehung auf den selbst wissenschaftlichen
brauch, so überwiegend sind, dafs man nur schwer er
kann, wie es möglich ist, dafs in unsern Tagen noch so
Fernröhre von grofser Oeffnung und Focallänge verfertigt
den, die blofs eine einfache Vertical- und Horizontalbew
des Fernrohrs geben und die eben dadurch den Besitz
nes solchen Instruments von einer Menge von Vortheilen,
Nutzen sowohl als auch zu einem sehr edlen Vergnügen,
schliefsen, die allein von einer parallaktischen Aufstellun
währt werden können.

Zu eigentlich wissenschaftlichen Zwecken wird ma
durch das vorige mechanische Verfahren noch zurückgeb
nen kleinen Fehler auf folgende viel genauere Weise be
men und dann von ihnen bei den künftigen Beobacht
mit diesem Instrumente Rechnung tragen können.

Fig. 256. Sey P der Nordpol des Aequators und Z das Zenit
so PZ ein Theil des Meridians. Duch diesen Punct P
daher die Rotationsaxe des Instruments gehn, wenn sie
die Sphäre des Himmels verlängert wird. Nehmen wir
da wir diese Axe noch etwas fehlerhaft gestellt voraus
an, dafs sie durch einen andern, dem wahren Puncte P n
Pol Π gehe, so dafs also Π gleichsam den Instrumenta
punct am Himmel bezeichnet. Zieht man durch die be
Puncte P und Π einen gröfsten Kreis der Sphäre PΠN
wird der Winkel ZPN $= \varphi$ den Stundenwinkel und der k
Bogen PΠ die Poldistanz des Instrumentalpolpuncts vorst
und diese zwei Gröfsen sind es, die vor allem gesucht
den müssen.

Zu diesem Zwecke beobachte man an dem Instrumente einen Stern S, dessen bekannter Stundenwinkel s und Poldistanz p heifsen soll. Da das Instrument noch nicht völlig berichtigt vorausgesetzt wird, so wird man an demselben einen etwas andern Stundenwinkel σ und eine ebenfalls etwas unrichtige Poldistanz π ablesen. Man wird daher haben $PS = p$, $\Pi S = \pi$, $NPS = s - \varphi$ und auch sehr nahe $N\Pi S = \sigma - \varphi$, so dafs daher das sphärische Dreieck $P\Pi S$ gibt

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin.}(s-\varphi)\,\text{Sin.}\,p &= \text{Sin.}(\sigma-\varphi)\,\text{Sin.}\,\pi \\ \text{Cos.}(s-\varphi)\,\text{Sin.}\,p &= \text{Cos.}(\sigma-\varphi)\,\text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}\,\lambda + \text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,\lambda \\ \text{Cos.}\,p &= -\text{Cos.}(\sigma-\varphi)\,\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,\lambda + \text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,\lambda \end{aligned}\right\}$$

und ebenso

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin.}(\sigma-\varphi)\,\text{Sin.}\,\pi &= \text{Sin.}(s-\varphi)\,\text{Sin.}\,p \\ \text{Cos.}(\sigma-\varphi)\,\text{Sin.}\,\pi &= \text{Cos.}(s-\varphi)\,\text{Sin.}\,p\,\text{Cos.}\,\lambda - \text{Cos.}\,p\,\text{Sin.}\,\lambda \\ \text{Cos.}\,\pi &= \text{Cos.}(s-\varphi)\,\text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,\lambda + \text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}\,\lambda \end{aligned}\right\}$$

Aus jedem dieser zwei Systeme von Gleichungen findet man sehr nahe, unter der Voraussetzung, dafs λ nur ein kleiner Bogen ist,

$$\left.\begin{aligned} s &= \sigma + \lambda\,\text{Sin.}(\varphi - s)\,\text{Cotg.}\,p \\ p &= \pi + \lambda\,\text{Cos.}(\varphi - s) \end{aligned}\right\} \text{ oder } \left.\begin{aligned} s &= \sigma + \lambda\,\text{Sin.}(\varphi - \sigma)\,\text{Cotg.}\,\pi \\ p &= \pi + \lambda\,\text{Cos.}(\varphi - \sigma) \end{aligned}\right\}.$$

In diesen vier Gleichungen bezeichnen s und p die durch die Refraction, Aberration und Nutation veränderten oder die sogenannten *scheinbaren* Stundenwinkel und Poldistanzen des beobachteten Sterns. Nennt man also die noch unbekannten Fehler der Verniers des Stundenkreises Δs und des Declinationskreises $\Delta \pi$, so hat man

$$\left.\begin{aligned} s &= \sigma + \Delta\sigma + \lambda\,\text{Sin.}(\varphi - s)\,\text{Cotg.}\,p \\ p &= \pi + \Delta\pi + \lambda\,\text{Cos.}(\varphi - s) \end{aligned}\right\} \;.\;.\;(\text{I})$$

Ebenso, wenn man die Gröfsen s, σ und p, π für eine zweite Beobachtung desselben Sterns mit einem Striche bezeichnet,

$$\left.\begin{aligned} s' &= \sigma' + \Delta\sigma + \lambda\,\text{Sin.}(\varphi - s')\,\text{Cotg.}\,p \\ p' &= \pi' + \Delta\pi + \lambda\,\text{Cos.}(\varphi - s') \end{aligned}\right\} \;.\;.\;(\text{II}).$$

Da diese vier Gleichungen (I) und (II) nur die vier unbekannten Gröfsen φ, λ, $\Delta\sigma$ und $\Delta\pi$ enthalten, so wird man sie auf gewöhnliche Weise durch Elimination bestimmen. Setzt man nämlich der Kürze wegen

$$S = (s' - s) - (\sigma' - \sigma) \text{ und } \Pi = (p' - p) - (\pi' - \pi),$$

so erhält man die beiden Gröfsen φ und λ aus den Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l}\text{Tang.}\,[\varphi - \frac{1}{2}(s' + s)] = -\frac{\Pi}{\Sigma}.\,\text{Cotg. p}\\ \lambda = \frac{\frac{1}{2}\Pi}{\text{Sin.}\,[\varphi - \frac{1}{2}(s' + s)]\,.\,\text{Sin.}\frac{1}{2}(s' - s)}\end{array}\right\}\,..\,(\text{III})$$

Kennt man aber so die beiden Gröfsen φ und λ oder die Fehler, die wir oben unter I und II aufgeführt haben, s det man auch sofort die in V und VI angezeigten Fehl Verniers durch die Gleichungen

$$\varDelta\,\sigma = s - [\text{gelesenes}\ \sigma + \lambda\,\text{Sin.}\,(\varphi - s)\ \text{Cotg p}]$$

und

$$\varDelta\,\pi = p - [\text{gelesenes}\ \pi + \lambda\,\text{Cos.}\,(\varphi - s)].$$

Hat man aber diese vier Fehler des Instruments einmal g den, so erhält man auch für jede folgende Beobachtun wahren Stundenwinkel s und die wahre Poldistanz p die Gleichungen (I).

Am einfachsten wird man zu diesen Bestimmungen einen Circumpolarstern in seinen beiden Culminationen achten. Ist $s = 0$ und $s' = 180°$ der Stundenwinkel des in der obern und untern Conjunction und ist p die Pol des Sterns, so gehn die Gleichungen (III) in folgende i

$$\text{Tang.}\,\varphi = \frac{15(\sigma' - 12^h - 6)}{\pi' - \pi}.\ \text{Tang. p}$$

und

$$\lambda = \frac{\pi' - \pi}{2\ \text{Cos.}\ \varphi}.$$

In allem Vorhergehenden sind die etwa noch weiter chen Fehler des Instruments als minder wichtig oder s tener vorkommend übergangen worden. Wäre aber, u zwei dieser Fehler besonders zu erwähnen, μ die Neig Declinationskreises gegen die Rotationsaxe und ν die N der optischen Axe des Fernrohrs gegen den Declinatio so wird, so lange man blofs bei den ersten Potenzen Fehler stehn bleibt, der vorhergehende Werth von p Gleichungen (I) dadurch gar nicht geändert, währen dem Werthe von s wegen des ersten Fehlers die $\mu\,\text{Cotg. p}$, und wegen des zweiten Fehlers, wie bei de ridiankreise, die Gröfse $\frac{\nu}{\text{Sin. p}}$ hinzusetzen wird, so d her die so vervollständigten Gleichungen (I) die folgen stalt annehmen:

$$\left.\begin{array}{l} s=\sigma+\varDelta\sigma+\lambda\,\text{Sin.}(\varphi-s)\,\text{Cotg.}\,p+\mu\,\text{Cotg.}\,p+\dfrac{\nu}{\text{Sin.}\,p} \\ p=\pi+\varDelta\pi+\lambda\,\text{Cos.}(\varphi-s). \end{array}\right\}\ldots(\text{IV}).$$

Die Gröfse ν läfst sich auch isolirt durch Beobachtung eines dem Aequator sehr nahen Sterns bestimmen. Für ein solches Gestirn hat man nämlich

$$s=\sigma+\varDelta\sigma+\nu\,\text{Cosec.}\,p,$$

und wenn man den Stern immer in der Nähe des Meridians, auch mit umgewendetem Declinationskreise beobachtet,

$$s'=\sigma'+\varDelta\sigma-\nu\,\text{Cosec.}\,p.$$

Ist aber t und t' die Sternzeit einer jeden dieser beiden Beobachtungen, so ist $s'-s=t'-t$ und daher

$$\nu=\frac{(t-\sigma)-(t'-\sigma')}{2}\,\text{Sin.}\,p.$$

Um ebenso die Gröfse μ für sich zu bestimmen, giebt die erste der Gleichungen (IV), wenn man denselben Stern in zwei auf einander folgenden Beobachtungen mit verkehrtem Declinationskreise durchgehn läfst,

$$s=\sigma+\varDelta\sigma+\lambda\,\text{Cotg.}\,p\,\text{Sin.}(\varphi-s)+\mu\,\text{Cotg.}\,p+\nu\,\text{Cosec.}\,p$$

und

$$s'=\sigma'+\varDelta\sigma+\lambda\,\text{Cotg.}\,p\,\text{Sin.}(\varphi-s)-\mu\,\text{Cotg.}\,p-\nu\,\text{Cosec.}\,p.$$

Daraus erhält man, wenn wieder t und t' die Uhrzeiten der beiden Beobachtungen sind, die Gröfse

$$\mu\,\text{Cotg.}\,p+\nu\,\text{Cosec.}\,p=\tfrac{1}{2}(t-t')-\tfrac{1}{2}(\sigma-\sigma'),$$

also auch, da man den Werth von ν bereits aus dem Vorhergehenden kennt, die Gröfse μ. Man sieht, dafs man zu diesen Bestimmungen am vortheilhaftesten einen dem Pole nahen Stern nehmen wird.

Kennt man aber auf diese Weise die Gröfsen μ und ν, so wird man dann auch die Werthe von φ und λ auf folgende Art genau bestimmen können. Setzt man nämlich der Kürze wegen $n=\mu$ Cotg. $p+\nu$ Cosec. p und für eine zweite Beobachtung desselben Sterns, ohne Wendung des Declinationskreises, $n'=\mu\,\text{Cotg.}\,p'+\nu\,\text{Cosec.}\,p'$, so hat man, wie in den Gleichungen (III),

$$\text{Tang.}\,[\varphi-\tfrac{1}{2}(s'-s)]=-\frac{\Pi}{\Sigma}\,\text{Cotg.}\,p$$

und

$$\lambda=\frac{\tfrac{1}{2}\Pi}{\text{Sin.}\,[\varphi-\tfrac{1}{2}(s'+s)]\,\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}(s'-s)},$$

$$\text{wo } \Sigma = (s' - s) - (\sigma' - \sigma) - (n' - n)$$

und

$$\Pi = (p' - p) - (\pi' - \pi) \text{ ist}$$

und wo man in den meisten Fällen ohne Nachtheil p =
also auch n = n' setzen wird.

Wenn man das Vorhergehende gehörig berücksichtig
wird man im Stande seyn, mit dem Aequatoreal die Stun
winkel und die Declinationen der Gestirne mit derjenigen
cherheit zu beobachten, welche den Bedürfnissen der ne
Astronomie angemessen ist, wenigstens mit denjenigen In
menten dieser Art, die Reichenbach mit so grofser Voll
menheit verfertigt hat. Allein immer wird es für den pr
schen Astronomen beschwerlich seyn, die vorhergehenden
meln so oft zu berücksichtigen, da man sich auf die Be
digkeit der Fehler bei einem Instrumente nicht verlassen
das seiner Natur nach so verschiedene Lagen gegen den
rizont annehmen mufs, wo dann die Bewegung und Fl
der einzelnen Theile desselben immer wieder neue Fehle
zeugen kann.

Will man sich aber während der Beobachtungen von
sen Fehlern unabhängig machen und das Instrument nu
sogenannte *Differentialbeobachtungen* beschränken, wobe
seiner Lage nach zu bestimmende Gestirn mit einem b
bekannten Fixsterne in dem Felde des *unbewegten* Fern
verglichen wird, so würde dazu eine minder kostbare Au
lung des Fernrohrs auch schon hinreichen, indem dazu
anderes, als eine unverrückte Lage des Fernrohrs währen
beiden Beobachtungen erfordert wird.

Beiden Uebelständen zu begegnen hat man den
der sogenannten *Differentialbeobachtungen* versucht, wie
diejenigen Vergleichungen zweier Gestirne nennen kann,
um mehrere Grade in Rectascension oder Declination von
ander entfernt sind. Nach mehrern Versuchen wurde fo
des Verfahren sehr anwendbar gefunden.

Man stellt das Fernrohr auf eines der beiden Gestirn
dafs dasselbe im Durchschnitte der beiden Mittelfäden d
ben erscheint, und bemerkt die Zeit der Beobachtung so
als auch den Grad des Declinationskreises, auf welche
Fernrohr gestellt ist. Dann löst man das Fernrohr, wä
der Stundenkreis des Instruments geschlossen bleibt, und

den Fadendurchschnitt desselben auf das zweite Gestirn zu der Zeit, wo dasselbe durch den Declinationskreis des ersten Gestirns geht, wo dann wieder der Grad des Declinationskreises und der Augenblick dieser zweiten Beobachtung an der Uhr bemerkt wird. Diese zwei Zeiten und die zwei gelesenen Declinationen der beiden Gestirne reichen hin, die Rectascension und Declination des einen derselben zu finden, wenn das andere bekannt ist, selbst dann, wenn die Declinationsunterschiede der beiden Gestirne drei und mehr Grade betragen, und man kann diese Bestimmung, wie bereits vielfältige Erfahrungen mit diesem Instrumente gezeigt haben, auch dann noch mit völliger Sicherheit vornehmen, wenn auch die oben erwähnten Fehler des Instruments gänzlich unberücksichtigt bleiben. Es wird dabei blofs vorausgesetzt, dafs man diese Fehler durch die oben bereits angegebenen mechanischen Mittel schon klein genug gemacht habe, dafs die Differenz dieser Fehler in den beiden Beobachtungen, und mehr als diese Differenz gebraucht man nicht, keinen merkbaren Einflufs auf die Resultate der Beobachtung mehr äufsern kann. Dafs aber die Differenzen der Refractionen bei geringern Höhen der Sterne oder bei sehr grofsen Declinationsdifferenzen derselben berücksichtigt werden müssen, ist für sich klar.

Die Annalen der Wiener Sternwarte enthalten in ihrem XIII. u. XIV. Bande eine beträchtliche Anzahl solcher Beobachtungen, welche die Anwendbarkeit dieses Verfahrens sehr gut bestätigen und zugleich die ungemeine Bequemlichkeit derselben beweisen, da die Beobachtungen, um die es sich hier handelt, in wenigen Minuten geendet und zu jeder günstigen Zeit vorgenommen werden können, ohne erst die Culminationen der Gestirne abzuwarten, und da die Berechnungen dieser Beobachtungen so ungemein einfach sind, dafs sie selbst die des Kreismikrometers an Bequemlichkeit noch hinter sich zurücklassen, indem sie eigentlich blofs in zwei Subtractionen bestehn. Das früher bei unverrücktem Fernrohre so oft vorkommende Hindernifs, einen wohlbestimmten Stern in so grofser Nähe bei den zu beobachtendem Gestirnen, z. B. bei den Kometen, zu finden, fällt hier ganz weg, da man bei der Vollkommenheit unserer gegenwärtigen Sternkataloge nie um einen wohlbestimmten Fixstern in Verlegenheit seyn kann, wenn man ihn in einer bis drei und mehr Grade gröfsern oder

kleinern Declination nehmen darf, der Differenz der Rectascensionen nicht zu gedenken, die eigentlich, da der Stundenkreis während der Beobachtungen immer geschlossen bleibt ganz willkürlich ist. Auf diese Weise sind diese Differenz-Beobachtungen den frühern Differential-Beobachtungen mit unverrücktem Rohre, aber mit dem sehr wesentlichen Unterschiede zu vergleichen, dafs hier gleichsam ein Fernrohr von 200maliger Vergröfserung und von einem Felde, das mehr als sechs Grade im Durchmesser hat, angewendet wird, und ein Fernrohr dieser Art wird wohl noch manche Jahrhunderte, wenn nicht immer, zu den frommen Wünschen gehören. Es scheint uns wünschenswerth, dafs ein so kostbares und mit so hoher mechanischer Vollendung gebautes Instrument, das nun schon die Zierde der meisten gut eingerichteten Sternwarten ist, durch dieses oder ein ähnliches, für die Ausübung sich empfehlendes Verfahren zu den fruchtbaren und immer thätigen Instrumenten eines Observatoriums gezählt werden könnte, da es bisher gröfstentheils nur bei einigen seltenen Beobachtungen angewendet zu werden pflegte.

L.

Metalle.

Metalla; Métaux; *Metals*. Man theilt die bis jetzt unzerlegten Stoffe in nicht metallische und in metallische letztere, die einfachen Metalle, sind ausgezeichnet durch Undurchsichtigkeit und dadurch bewirkten eigenthümlichen Glanz den *Metallglanz*, und durch grofse Leitungsfähigkeit für Elektricität und Wärme. Das früher als Unterscheidungsmerkmal angegebene gröfsere specifische Gewicht fällt seit der Entdeckung des Kaliums und anderer leichter Metalle hinweg. Ueberhaupt läfst sich eine Grenze zwischen Metallen und Nichtmetallen nicht wohl scharf ziehn, daher manche Elemente, wie Selen, Jod, Zirconium, Silicium u. s. w., bald zu diesen, bald zu jenen gezählt werden. Man kann die Metalle nach ihren verschiedenen specifischen Gewichte eintheilen in leichte (unter 5,000 spec. Gew.) und in schwere (über 5,000); nach ihrem Verhalten unter dem Hammer in spröde (*Halbmetalle*) und in ductile (vollkommene Metalle); nach ihrer Affinität gegen den Sauerstoff in solche, deren Oxyde durch blofse

Glühen für sich in Metall und Sauerstoffgas zerfallen (*edle Metalle*, für sich reducible Metalle), und in solche, die den Sauerstoff nur beim Glühen mit Kohle oder einer andern brennbaren Materie vollständig verlieren (*unedle* Metalle, nicht für sich reducible Metalle).

Nach diesen Verhältnissen lassen sich die Metalle folgendermaßsen abtheilen:

I. Leichte Metalle.

1) Solche, die mit Sauerstoff ein Alkali bilden (Alkalimetalle): Kalium, Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium.

2) Solche, die mit Sauerstoff eine Erde bilden (Erdmetalle): Magnium, Cerium, Yttrium, Glycium, Alumium, Thorium, Zirconium, Silicium.

II. Schwere Metalle.

1) Unedle. A. Spröde, a) strengflüssige: Titan, Tantal, Scheel, Molybdän, Vanad, Chrom, Uran, Mangan; b) leicht schmelz- und verdampfbare: Arsenik, Antimon, Tellur, Wismuth. B. Ductile: Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer.

2) Edle: Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium.

G.

Metallbaum.

Vegetatio Metallica; Arbre métallique; *Metallic tree.*

Wenn ein elektronegativeres Metall aus der Auflösung seines Oxyds in Säure durch ein elektropositiveres gefällt wird und sich auf dem noch ungelöst gebliebenen Theile desselben ansetzt, so entsteht eine einfache galvanische Kette, bei welcher das reducirende Metall, als positiver Pol, Sauerstoff und Säure aufnimmt, während der bereits reducirte Theil des elektronegativen Metalls als negativer Pol den Ablagerungspunct für das sich ferner abscheidende negative Metall abgiebt, welches sich häufig krystallinisch, in sich immer weiter verzweigenden Blättchen und Nadeln, selbst in sehr großer Entfernung von dem reducirenden Metalle absetzt und

so einen Metallbaum bildet. So erhält man den Zinnbaum *Arbor Jovis*, und den Bleibaum, *Arbor Saturni*, wenn ma in die wässerige Lösung des salzsauren Zinnoxyduls und de salpetersauren oder essigsauren Bleioxyds eine Zinkstange hängt aus einer verdünnten salpetersauren Silberlösung, auf eine Glasplatte vertheilt, fällt Kupfer dendritisches Silber; den ei gentlichen Silberbaum, *Arbor Dianae*, erhält man jedoch durch Fällung der Silberlösung mit Quecksilber, wobei das nieder- fallende Silber nicht für sich krystallisirt, sondern in Verbin- dung mit einem Theile des unaufgelöst gebliebenen Quecksil- bers als Amalgam. In allen diesen Fällen befördert etwas frei Säure die Bildung des Metallbaums.

G.

Metalloide.

Unter diesem Namen versteht man bald die Metalle de Alkalien und Erden, weil sie den übrigen Metallen ähnlich aber durch geringeres specifisches Gewicht davon unterschiede sind, bald mit Berzelius die nicht metallischen Element und diese sind

1) gasförmig: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlo Fluor;
2) tropfbar flüssig: Brom;
3) fest: Kohlenstoff, Boron, Phosphor, Schwefel, Sele und Iod.

G.

Metallurgie.

Hüttenkunde; *Metallurgia*; Metallurgie; *Me tallurgy.* Die Lehre von der Abscheidung und Gewinnun der schweren Metalle aus den Verbindungen und Gemenge in welchen sie die Natur zu liefern pflegt, im Grofsen.

G.

Meteorologie.

Witterungslehre, Witterungskunde, Meteoromanthie, Atmosphärologie; *Meteorologia*; Meteorologie; *Meteorology*.

Der Wortbedeutung nach ist Meteorologie die Lehre von den Meteoren (von μετέωρος erhaben, in der Luft schwebend; daher τὰ μετέωρα die überirdischen Dinge, Lufterscheinungen). Hiernach wäre unter andern namentlich auch die Temperatur hiervon ausgeschlossen, man berücksichtigt diese aber dennoch vorzugsweise, weil sie mit vielen Meteoren im innigsten Zusammenhange steht. Die Ausdrücke *Witterungslehre* und *Witterungskunde* bezeichnen dem Sprachgebrauche nach ziemlich das Nämliche, obgleich sie sich zunächst nur auf den Gang der Witterung, namentlich der feuchten oder trocknen, der warmen oder kalten, beziehn. *Meteoromanthie* (von μετέωρα und μανθάνω ich erforsche, erlerne), nach der Wortbedeutung so viel als Kenntnifs der Lufterscheinungen, wird selten gebraucht. Für den Gebrauch genügt das gangbarste Wort *Meteorologie* vollständig und wir bedürfen neben ihm kein anderes, da seine Abstammung aus dem Griechischen hiergegen nicht entscheidet und es in einigen Zusammensetzungen, z. B. meteorologische Werkzeuge, Hydrometeore, Meteorsteine u. s. w., theils geschmeidiger ist, als das sonst sehr pafsliche deutsche Wort *Witterungskunde*, theils durch letzteres gar nicht ersetzt werden kann, abgerechnet dafs alle die Ausdrücke *Meteor*, *Meteorologie*, *meteorisch*, *meteorologisch* von einem einzigen Stammworte ausgehn, statt dafs neben der deutschen Bezeichnung Witterung noch eine zweite, nämlich Lufterscheinung, unentbehrlich ist. Der Ausdruck *Atmosphärologie* ist zwar von einigen Gelehrten, namentlich von Lampadius, statt Meteorologie gewählt worden, und kann auch diesem insofern gleich gesetzt werden, als alle Meteore sich in der Atmosphäre befinden, der Wortbedeutung nach bezeichnet es jedoch nur die Untersuchung dieser Atmosphäre an sich, nicht aber der darin sich zeigenden Meteore. Der Ausdruck Meteorologie behält also vor allen andern den Vorzug.

Die Gegenstände, deren Untersuchung der Meteorol
anheimfällt, sind zunächst die *Meteore* oder *Lufterscheinung*
Man theilt sie in verschiedene Classen ab, namentlich in
tige, wozu die Winde gehören, in *wässerige* oder Hydro
teore, wozu die Verdunstung, Thau, Reif, Nebel, Wol
Regen, Glatteis, Hagel und Wasserhosen gerechnet wer
in *feurige* oder *elektrische* und auch wohl *phosphoris*
wozu Blitz, Donner, Wetterleuchten, Nordlicht, Zodia
oder Thierkreislicht, Feuerkugeln, Sternschnuppen und
lichter gezählt werden, und endlich in *glänzende* oder
sche, worunter man Regenbogen, Höfe, Nebensonnen
Nebenmonde versteht. Daneben erstrecken sich die mete
logischen Untersuchungen noch auf zwei Hauptaufgaben,
nicht zur Classe der eigentlich sogenannten Meteore gehö
aber mit ihnen im innigsten Zusammenhange stehn, näm
auf den wechselnden Luftdruck und die hierdurch bedin
Barometerschwankungen und auf den Gang der Wärme,
durch die klimatischen Verhältnisse der verschiedenen
hauptsächlich bedingt werden.

Hiernach sind also die Grenzen, bis wohin das G
der meteorologischen Untersuchungen sich erstreckt, besti
angegeben; sie reichen nicht über das Gebiet unserer
mosphäre hinaus, und obgleich Sternschnuppen nebst Fe
kugeln sich in gröfsern Höhen zeigen, auch das Nord
nach einigen, wiewohl nicht zuverlässigen Beobachtungen in
fserer Entfernung von der Erdoberfläche gesehn worden seyn
als wohin unsere Atmosphäre reicht, so kommen diese
unbestreitbar innerhalb unsers Luftkreises und selbst nahe
der Erde zum Vorschein. Wenn daher einige Gelehrt
Untersuchung über die Himmelskörper und über einen pr
matischen Aether im Weltraume mit in den Bereich der
teorologie ziehn, so laufen sie Gefahr, aus einem an wol
gründeten Thatsachen überreichen Gebiete der Wissensch
sich in einen endlosen dunkeln Raum zu verirren, wo
ungeregelte Phantasie nach Traumbildern zu haschen ve
lafst wird. Selbst die Erscheinung des tellurischen Magn
mus, die Beobachtungen der Variationen und Intensitäten
Magnetnadel, bilden nach meiner Ansicht einen beson
nicht eigentlich zur Meteorologie gehörigen Zweig, we
füglicher den Untersuchungen über den Magnetismus im

meinen anheimfällt, obgleich im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dafs wir die Erde als einen Thermomagnet zu betrachten haben, wonach also die magnetischen Erscheinungen mit der Temperatur im unmittelbaren Zusammenhange stehn müssen.

Obgleich jeder Gelehrte, welcher die Bearbeitung der Meteorologie als eines speciellen Zweiges der physikalischen Wissenschaften unternimmt, das unbestreitbare Recht nicht verlieren wird, hierzu einen ihm selbst am meisten zusagenden Plan zu entwerfen, so scheint es mir doch der Tendenz unseres Werkes angemessen, einen solchen vorzuzeichnen, welchen die bessern Schriftsteller zum Theil bereits gewählt haben und auch künftig wählen werden. Zu einer vollständigen Meteorologie scheint mir zu gehören:

I. Eine geschichtliche Uebersicht desjenigen, was bisher in diesem Gebiete versucht und geleistet worden ist.

II. Die Untersuchung der meteorologischen Werkzeuge, nebst den Mitteln zur Prüfung ihrer Genauigkeit und zur Correction ihrer etwaigen constanten Fehler. Hiermit läfst sich zugleich eine Anleitung verbinden, wie die Angaben dieser Werkzeuge aufgezeichnet und übersichtlich zusammengestellt werden müssen, also über Witterungsbeobachtungen und meteorologische Tabellen.

III. Die Betrachtung der einzelnen Meteore, mit Beibehaltung der oben genannten Abtheilung derselben, insofern diese zweckmäfsig scheint. Hierbei mufs dann zugleich von der Atmosphäre unserer Erde als dem Sitze der Lufterscheinungen gehandelt und darf dabei die Temperatur, sowohl die der Erdoberfläche und der Luft an dieser Grenze und in gröfsern Höhen, als auch die Untersuchung der täglichen und jährlichen Veränderungen derselben, nicht übersehn werden.

IV. Endlich ist hiermit noch eine Uebersicht des allgemeinen Ganges und Verhaltens der Witterung und die schwierige Betrachtung zu verbinden, ob und inwieweit ein Causalzusammenhang in die einzelnen Erscheinungen zu bringen ist und inwiefern daher eine Vorausbestimmung des Laufes der Witterung im Bereiche der Möglichkeit liegt.

Nach der Anlage unsers Werkes werden alle wichtigeren physikalischen Gegenstände in eigenen Artikeln alphabetisch

abgehandelt, und diesemnach kommen die unter No. II. III. gehörigen einzeln vor, so dafs also hier nur eine nä Betrachtung der ersten und letzten Abtheilung statt haben kö Zur Bequemlichkeit der Uebersicht wird es jedoch zweck fsig seyn, alle zur Meteorologie gehörige Gegenstände r haft zu machen. Hierzu kommt jedoch aufserdem der w tige Umstand, dafs verschiedene der hierher gehörigen Ar bereits vor mehrern Jahren abgehandelt, seitdem aber bedeu erweitert worden sind, und es bietet sich daher hier die sch lichste Gelegenheit dar, das etwa Uebersehene und das s Hinzugekommene jetzt nachzuholen und zugleich das Ma hafte zu verbessern, um dadurch unser Werk der wünsch werthen und billig zu erwartenden Vollständigkeit mögl nahe zu bringen.

I. Geschichtliche Uebersicht dessen, bisher in der Meteorologie geleis und der Art, wie sie behandelt wu

1) Was die alten Griechen und Römer für die Met logie thaten, beschränkt sich auf Beobachtungen, die aller nicht ohne Werth sind, wie sich bei ihrem scharfen Ver und ihrer gespannten Aufmerksamkeit auf alles Vorkomm nicht anders erwarten läfst. Inzwischen können diese weiter reichen, als bis zu demjenigen, was ohne meteor sche Werkzeuge möglich ist, an denen es ihnen gänzlich gelte. Diesemnach fallen alle Messungen bei ihnen von weg, sie konnten zu keiner genügenden Theorie gelange ihre Erklärungen, so sehr sie übrigens von Scharfsinn z können gegenwärtig nicht mehr befriedigen. Bei weite meisten hat Aristoteles in seinen, diesem Gegenstand widmeten, vier Büchern[1] und sonst an verschiedenen S seiner Schriften geleistet, so dafs er bis auf die spätester ten herab als Autorität galt. Ihm folgte sein Schüler T phrastus, von dessen Schriften über die Meteorologie j

---

1 Diese 4 Bücher *Meteorologica* des Aristoteles hat Ide einer vollständigen kritischen und exegetischen Ausgabe herausz versprochen.

nichts auf die Nachwelt gekommen ist. Die Leistungen der spätern Griechen sind unbedeutend und ihre Ansichten finden sich meistens als einzelne Fragmente bei den Commentatoren des Aristoteles. Unter den Lateinern verdient Lucretius Carus[1] genannt zu werden, am reichhaltigsten sind die Werke des ältern Plinius[2], worin man wohl kaum irgend ein meteorologisches Phänomen vergebens sucht, jedoch ist alles bloſse Compilation und das meiste auf bloſse Sagen, ohne alle Kritik, mitgetheilt. Von weit mehr Geist und eigener Beurtheilung zeugt dasjenige, was uns von L. A. Seneca[3] überliefert worden ist. Wem daran liegt, die Meinungen der alten Griechen und Römer über die Meteore, sowohl insofern sie dieselben beobachteten, als auch sie zu erklären versuchten, vollständig und genau kennen zu lernen, der findet genügende Befriedigung in der kritischen Bearbeitung dieses Gegenstandes durch Ideler[4]. Vieles, was die Alten über die meteorologischen Phänomene aus der Erfahrung entnommen hatten, ist nicht sowohl in den genannten, für diese Untersuchungen eigentlicher bestimmten Schriften enthalten, als es vielmehr in andern, namentlich die über den Feldbau handeln, zerstreut und nur beiläufig erwähnt angetroffen wird. Vorzüglich sind in dieser Hinsicht Virgil[5] und Columella[6] zu nennen und namentlich enthalten die Bücher des Erstern über die Landwirthschaft auſser manchen andern lehrreichen Bemerkungen verschiedene richtige und daneben geistreich vorgetragene Witterungsregeln.

2) Im Mittelalter, als alle Wissenschaften in undurchdringlicher Finsterniſs begraben lagen, darf man meteorologische Forschungen um so weniger erwarten, als das Object derselben wegen der Alltäglichkeit der dazu gehörigen Phänomene das Auffallende und den Reiz der Neuheit verlor. Die gewöhnlichen Erscheinungen konnten daher nicht füglich Ge-

---

1 *De rerum natura*, ed. adnot. adj. Forbiger. Lips. 1828.

2 *Historia naturalis.*

3 *Naturales Quaestiones.*

4 *Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum.* Prolegomena in novam meteorologicorum Aristotelis editionem adornandam. Scripsit J. L. Ideler. Berol. 1832. 8.

5 *Georgica* mit Anm. von J. H. Voss. Eutin 1789. 8.

6 *De re rustica.*

genstände der nähern Beachtung werden, die ungewöhnl und auffallenden dagegen wurden vom Einflusse der Ge abgeleitet. Die Meteorologie machte einen Theil der As gie aus, es gab eine eigene *Astrologia meteorologica*; selbst die Vorausbestimmung der Witterung ging schon in die Calender über, worin sie den einmal errungenen sitz bis auf die neuesten Zeiten sich erhalten hat[1]. T PHRASTUS PARACELSUS (starb 1541) schrieb zwar ein ei Buch über die Meteore[2], allein man kann leicht auf den W des ganzen Inhalts schliefsen, wenn man berücksichtigt, er die Nebensonnen für ein messingnes Fabricat der Lu ster und die Sternschnuppen für Excremente der Gestirn der Verdauung ihrer astralischen Speisen erklärt.

3) Erst mit FRANCIS BACON von Verulam (geb. gest. 1626) und RÉNÉ DESCARTES (geb. 1596, gest. 165 standen die Erfahrungswissenschaften nach 1500 Jahren Neue, die Erfindung des Barometers gab den Untersuch über die Atmosphäre eine sichere Grundlage, noch meh wurde die Aufmerksamkeit der Beobachter durch die An dung dieses Werkzeuges zur Voraussagung der Witteru reizt; man machte Thermometer zum Messen der Te tur und die sich verbreitenden Berichte der Reisenden lafsten die Beachtung der klimatischen Unterschiede de schiedenen Länder. Im Ganzen waren jedoch die Forts gering, eine Folge davon, dafs man früher zu erklären als durch hinreichende Erfahrungen ein genügender Gru legt war. Die Leistungen des CARTESIUS[3] sind dah unbedeutend, dem Eifer der Accademia del Cimento noch die erforderlichen Apparate, und so dauerte die lende Mangelhaftigkeit fort bis zum 18. Jahrhunderte, zahlreichen Thatsachen, die der fleifsige PETER VAN SCHENBROEK aus eigenen und fremden Beobachtungen menstellte, für lange Zeit einen Anhaltpunct der künftige schungen abgaben.

---

1 Beispiele solcher astrologischen Witterungsregeln gie in: Natürliche Magie; Berl. u. Stett. 1783 aus einem noch 173 lin erschienenen Haus- und Reisecalender.

2 *De meteoris.* Deutsch. Strafsb. 1616. fol.

3 *Meteora.* In Opp. phil. Amst. 1685. 4. p. 153 ff.

d) Eine ausführliche Geschichte der Fortschritte zu geben, die die Meteorologie von dieser Zeit an machte, ist um weniger nöthig, als eine für unsern Zweck genügende Uebersicht des Geschichtlichen mit den einzelnen Artikeln verbunden zu werden pflegt, und es wird daher hinreichen, den Gang der Forschungen im Gebiete der Meteorologie nur im Allgemeinen zu bezeichnen[1]. Ein bedeutendes Hülfsmittel erhielt dieser Wissenschaft dadurch, dafs die Thermometer feste Scale erhielten, die ihre Sprache verständlich machte, und fast noch wichtiger war die durch WINKLER und FRANKLIN erhaltene Gewifsheit, dafs das Gewitter in der Hauptsache nichts anderes, als eine elektrische Erscheinung sey. Die gröfste Schwierigkeit, welche alle Bemühungen vergeblich machte, war die mangelhafte und falsche Vorstellung, die man sich von der Natur des Wasserdampfes machte, so dass es ein durchaus nicht zu enträthselndes Problem seyn musste, wie noch LICHTENBERG[2] dieses ausdrückte, dafs zuweilen plötzlich und ohne aufzufindende bedingende Ursache tausende von Centnern Wasser aus der kurz zuvor heitern und fast augenblicklich verdunkelten Atmosphäre auf wenige Quadratmeilen herabstürzen. Nach STAHL[3] liegen den meteorologischen Processen vorzugsweise chemische Ursachen zum Grunde, eine Ansicht, welcher LE ROI[4] noch folgte. Sehr scharfsinnige Ideen und einen reichen Schatz von Erfahrungen theilte DE SAUSSURE[5] mit, und diese würden gewifs noch reichere Früchte getragen haben, wäre nicht ein weniger durch Gründlichkeit und Tiefe der Forschung, als vielmehr durch die überschwengliche Fülle seiner Worte gefährlicher Gegner, der allbekannte und immerhin verdiente DE LUC, gegen ihn aufgetreten, welcher sich zwar anfangs gleichfalls mehr an die Erfahrung hielt[6], nachher aber ein trügerisches, von ihm selbst nicht einmal verstan-

1 Vergl. RICHARD Hist. nat. de l'air et des météores, à Par. 1770. T. 12. Deutsch. Frankf. 1773. 8.

2 Dessen Vertheidigung des Hygrometers. Gött. 1800.

3 Einleitung zur Witterungsdeutung. Halle 1816. 8.

4 Mém. de l'Acad. de Par. 1751. p. 481.

5 Essays sur l'hygrometrie. Neufch. 1783. 8. Vergl. Voyages des Alpes.

6 Modifications de l'Atmosphère. Gen. 1772. IV T. 8.

denes Hygrometer irre geleitet, ein vollständiges Syste Meteorologie aufstellte[1], wonach der gröfste Theil der sphärischen Processe aus einem Uebergange des durch W aufgelösten Wassers in Luft und umgekehrt unter steter wirkung der Elektricität erklärt wird. Seine Theorie v lafste verschiedene Streitschriften, indefs verstummten die teien von selbst, nachdem bessere und richtigere Ansi allmälig mehr verbreitet wurden.

5) Während DE LUC's Theorie nicht wenige Anh fand, weil manche noch obendrein glaubten, dafs sie die neuen Entdeckungen von SCHEELE, PRIESTLEY und VOISIER unterstützt werde, diente COTTE's[2] Meteorologi meisten noch als vorzüglichste Quelle. Dieser Gelehrte der gröfste Theil seiner Zeitgenossen und Nachfolger, durch eine Idee geleitet, welche auf die Darstellung de teorologischen Phänomene nicht ohne Folgen bleiben k nämlich von einem bedingenden Einflusse des Mondes a gesammten Meteore. Bei weitem noch bestimmter ausg chen und auch auf die Planeten ausgedehnt wurde dies pothese durch TOALDO[3], welcher sie auch in seiner s Schrift[4] lebhaft vertheidigte und ihr dadurch um so le Anhänger verschaffte, als sie in einem sehr alten Vorui eine vorzügliche Stütze fand. Diese ebenso interessan wichtige Frage ist nach vielen Streitigkeiten erst durc gründlichen Bearbeitungen, wodurch sich die jetzigen von den frühern so vortheilhaft auszeichnen, zur endliche scheidung gebracht worden, wie unten ausführlicher g werden soll.

6) Die neueste Periode der Meteorologie beginnt m gehaltreichen Bemühungen AL. v. HUMBOLDT's, welche diesem wissenschaftlichen Zweige, wie vielen andern, bessere und zweckmäfsigere Richtung gab. Ohne eine

---

1 Idées sur la météorologie. II T. Lond. 1786. 8. Neue über die Meteorologie. Berl. u. Stett. 1787. II Th. 8.

2 Traité de Météorologie. Par. 1774. 4.

3 Della vera influenza degli astri nelle stagioni e mutazi Tempo. Di GIUSEPPE TOALDO; in Padova 1770. 4.

4 La Meteorologia applicata all' agricoltura. Pad. 1776. S terungslehre für den Feldbau. Aus dem Ital. von STEUDEL. 1777. 8.

liche Meteorologie zu verfassen, enthalten seine in verschiedenen Zeitschriften zerstreuten Briefe und die Berichte seiner ausgedehnten Reise so zahlreiche und genaue Beobachtungen, daneben eine Zusammenstellung der verschiedenen Gestalten, unter denen sich die nämlichen meteorologischen Phänomene in andern Himmelsstrichen zeigen, und insbesondere so tiefe Blicke in die Ursachen und Gesetze, welche dieselben erzeugen und modificiren, dafs nicht blofs dieses Beispiel zur Nachahmung reizen, sondern auch der reiche Schatz von Thatsachen den Physikern eine sichere Grundlage ihrer Forschungen geben mufste. Auch Leop. v. Buch erkannte mit eindringendem Scharfblicke in den reichhaltigen vorhandenen, namentlich von Gronau hinterlassenen Beobachtungen mehrere der Gesetze, welche aller anscheinenden Regellosigkeit ungeachtet die Witterungsphänomene befolgen und die sich daher aus ihnen entwickeln lassen. War einmal durch beide hochverdiente Gelehrte der richtige Weg gezeigt, wie man beobachten und aus den erhaltenen Resultaten die richtigen Gesetze auffinden mufs, so folgten viele der vorgezeichneten richtigen Bahn. Alle diese einzeln zu nennen würde zweckwidrig seyn und ich begnüge mich daher nur wenige namhaft zu machen, deren Verdienste anerkannt sind. Dahin gehören, ihrer gegenseitigen Zwistigkeiten ungeachtet, Schouw und Dove; auch verdient der emsige, leider zu früh verstorbene Schübler genannt zu werden, hauptsächlich aber Kämtz, welcher in seiner ausführlichen, leider noch unvollendeten Meteorologie[1] gezeigt hat, auf welche Weise diese Wissenschaft behandelt werden mufs, wenn man Reichthum mit Gründlichkeit, Kürze des Ausdrucks mit Fülle von Thatsachen und Gedanken verfügen will. Hoffentlich wird dieses gelehrte Werk allen Aftergeburten der Halbwisserei, welche statt tief eindringender Gelehrsamkeit trügliche Luftgebilde der aufgeregten Phantasie geben, für immer einen kräftigen Damm entgegenstellen.

7) Dafs der Gang der Witterung gewisse regelmäfsige Abwechselungen befolge, dieses geht sehr bald aus selbst oberflächlichen, wenn nur anhaltenden Beobachtungen hervor. Hierfür sprechen unter andern die periodischen Regen und Winde

1 Lehrbuch der Meteorologie. I. Bd. Halle 1831. II. Bd. ebend. 1832. III. Bd. 1836. 8.

der tropischen Gegenden und der Wechsel der Jahresz
unter höhern Breiten. Insofern diese Periodicität im W
der Sache gegründet ist, verdient sie um ihrer selbst w
genauer gekannt zu werden, und ebenso wichtig ist diese
Erlangung einer nähern Einsicht in das Wesen der met
logischen Erscheinungen überhaupt. Zu diesem Ende
unumgänglich erfordert, nicht blofs etwa ein Jahr hin
täglich den Gang der Witterung aufzuzeichnen, sondern
die Führung solcher Register eine möglichst lange Reihe von
ren fortzusetzen. Denn es kehren zwar die periodischen
und die Jahreszeiten schon nach Verlauf eines einzigen J
im Allgemeinen wieder, aber nicht allemal genau zu ders
Zeit; aufserdem sind bald die Regenmengen gröfser, bald
die Wärme und dann wieder die Kälte eine gröfsere In
tät; zuweilen sind Gewitter und heftige Stürme vorherrsc
ja es giebt Jahre, in denen ganz ungewöhnliche Ersche
gen, wie der Höhrauch im Jahre 1783, die Aufmerks
des Beobachters in Anspruch nehmen. Verfolgt der Me
log diese Aufgabe weiter, so stöfst er mitunter auf se
Ergebnisse, indem es sich unter andern gefunden hat, d
einigen Orten die jährlichen Regenmengen eine lange
von Jahren hindurch regelmäfsig abnahmen und dann
der zum frühern Mittel wieder zurückkehrten, oder soga
gekehrt regelmäfsig zunahmen[1]. Soll über Probleme dies
entschieden werden, ob das Klima einer gewissen Gegen
verändert bleibe, oder ob sich, namentlich in Beziehu
Temperatur und Feuchtigkeit, wo nicht allgemein, do
einzelne Strecken, eine allmälige Veränderung, wenn au
in sehr langen Perioden, zeige, so sind meteorologisch
ster oder Tagebücher ein unentbehrliches Erfordernifs.
unnöthig, zur Unterstützung dieser Behauptung Aut
beizubringen, sonst könnte man sich nur auf Tob. M
berufen, welcher die Resultate anhaltender Beobachtunge
Interpolation seiner Formel für die mittlere Wärme unte
schiedenen Breiten zu benutzen vorschlug, und auf Lam
welcher nur auf solche Register genaue Witterungsregeln

1 Vergl. *Regen.* Bd. VII. S. 1303.
2 Opp. ined. Gott. 1775. 4. N. I.
3 Nouv. mém. de Berlin. 1771. p. 60.

ken zu können glaubt. Auch in den neuesten Zeiten konnten verschiedene interessante Probleme, z. B. über den Zusammenhang der Winde und der Regenmengen nach L. v. Buch, über die in ungleiche Jahreszeiten fallenden gröfsten Regenmengen der verschiedenen Gegenden nach Gasparin, insbesondere aber die sehr wichtige Frage über den Einflufs des Mondes auf das Barometer nach La Place und Bouvard, Flaugergues und Schübler nur durch vorhandene vieljährige Beobachtungslisten beantwortet werden.

3) Auf welche Weise das Aufzeichnen der Witterung geschehen mufs, oder wie die Witterungstabellen einzurichten sind, darüber lassen sich nicht wohl bestimmte Regeln angeben. Einestheils ist die Aufgabe ausnehmend leicht, sofern jemand irgend eine ihm anderweitig durch Uebung gewohnte Form wählen kann, anderntheils darf dabei viel Willkür herrschen; denn unter der Voraussetzung, dafs die gebrauchten Werkzeuge richtig sind und der Beobachter ihre Sprache versteht, also richtige Data aufzeichnet, was sich von selbst versteht, ist es im Ganzen von untergeordneter Wichtigkeit, ob die Aufzeichnung täglich einmal oder etlichemal und an welchen Stunden sie geschieht (welche letztere jedoch regelmäfsig beibehalten werden müssen), ob in Form von Tabellen mit oder ohne Abkürzungen oder auf irgend eine sonst beliebige Weise aufgezeichnet wird, indem hierüber ohnehin meistens anderweitig bedingende Umstände, namentlich Gewohnheit, Bequemlichkeit und die zwischen andern Beschäftigungen gelegen zu wählende Zeit, zu entscheiden pflegen. Inzwischen hat sich allmälig eine gewisse Regel gebildet, die als sachgemäfs und bequem ziemlich allgemein befolgt wird. Hiernach schreibt man tabellarisch neben einander den Stand des Barometers und des an ihm befindlichen Thermometers im Freien, des Hygrometers oder Psychrometers, die Richtung und auch wohl die Stärke des Windes und die Beschaffenheit des Himmels. Für die letztere wählt man meistens blofse Zahlen, indem 0 ganz heitern Himmel und 1, 2, 3, 4 die Gradationen des wolkigen oder bedeckten Himmels bezeichnen; die meteorischen Erscheinungen, Regen, Schnee, Reif, Hagel u. s. w. werden durch die zugehörigen Anfangsbuchstaben angedeutet, wobei sich von selbst versteht, dafs eine solche Tabelle noch aufserdem einigen Raum zur Aufzeich-

nung der Regenmengen und ungewöhnlichen Erscheinunge als der Nordlichter, des Höhrauches, heftiger Stürme u. s. w haben mufs. Die Zeit, welche man zum Aufzeichnen wähl ist am besten Morgens und Abends um 9 Uhr und Mittag etwa um 2 Uhr, weil in diese letztere das Maximum der Tem peratur zu fallen pflegt. Ist man in diesen, allerdings zweck mäfsigsten Stunden verhindert, so können auch andere, z. B 6 oder 8 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends gewählt werde auch genügt es täglich nur zweimal oder selbst nur einm aufzuzeichnen, obgleich die für irgend einen Ort zu erwar tenden Resultate über den Gang der Witterung daselbst um viel schärfer werden, je öfter täglich aufgezeichnet wird, u für gewisse Probleme selbst eine stündliche Aufzeichnung e forderlich ist.

9) Solcher Witterungsverzeichnisse haben wir verschi dene schon aus frühern Zeiten und gegenwärtig ist ihre Za ausnehmend grofs. Zu den ältern und wegen ihres grofse Zeitumfanges sehr schätzbaren gehören die auf der Sternwar zu Paris seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts mehr od minder vollständig geführten Register, die des Pater Cot und diejenigen, die wir dem anhaltenden Fleifse Grosa zu Berlin verdanken. Zu Kopenhagen hat Horrebow fr angefangen, meteorologische Register zu führen, und auch nen Theil seiner Tabellen bekannt gemacht[1]. Schätzbar si ferner die Beobachtungen Toaldo's und die Aufzeichnung welche Gatterer mit einer für die damalige Zeit selten Genauigkeit viele Jahre hindurch zu Göttingen gewissenh fortgesetzt hat. Unter die vollständigsten aus diesem Jahrhu dert gehören ferner die Carlsruher Tabellen von Boeckma und Wucherer, die des Canonicus Stark zu Augsbu hauptsächlich aber die Strafsburger durch Herrenschneid mit aufserordentlicher Sorgfalt geführten, und so liefsen s noch viele andere namhaft machen, wenn es der Mühe we wäre, sie hier schon zu nennen, da ohnehin mehrere ders ben bei der Aufsuchung der für einzelne Meteore statt f denden Gesetze erwähnt werden. In einigen Ländern herrs die Sitte, die klimatischen Verhältnisse gewisser Districte

1 Tractatus historico-meteorl. continens obs. XXVI anno in observatorio Havniensi factas. Havn. 1780. 4.

oder hauptsächlich zum Behuf der Landwirthschaft auszumitteln, daſs meteorologische Werkzeuge an ...e, Förster, Agronomen u. s. w. vertheilt und diese ...gehalten werden, ihre täglichen Beobachtungen monat... die Behörde einzusenden. Wie sachgemäſs dieses auch ... mag, so wird es dennoch erlaubt seyn, einige Ein... gegen die meistens gewählte Methode zu machen. ...erst darf man nicht glauben, daſs solche Beobachtungen ...gründung streng richtiger meteorologischer Gesetze die...nen, denn hierzu fehlt ihnen die nöthige Genauigkeit; ...dies versteht sich schon von selbst und um so mehr, ... berücksichtigt, daſs die Aufzeichnungen häufig nicht ...wirklichen Beobachtungen, sondern erst am Ende der ... nach Gutdünken geschehn. Wesentlicher aber ist Fol... Man beschränkt sich meistens auf das Barometer und ...meter und verlangt dann, daſs zugleich die Regentage ...t werden; allein das Barometer, ohnehin zerbrech... theuer, ist ganz überflüssig, da die Schwankungen ... auf bedeutende Strecken sich gleich sind und da... den Beobachtungen an geprüften Instrumenten an ei... Hauptorten nicht allzugroſser Länder sich genügend er... Die Temperatur bietet allerdings bei ungleichen Hö... verschiedenen Lagen interessante Veränderungen dar, ...eich wichtig und sogar wohl von noch gröſserer Wich... namentlich für den Feldbau, sind die Regentage und ...ngen, und dennoch werden diese gerade am wenig...chtet, weswegen bei einem nutzlosen Ueberflusse von ...rbeobachtungen es an Thatsachen fehlt, um die Re...ltnisse für den gröſsten Theil von Deutschland aus...eln. Am zweckmäſsigsten würde es daher seyn, sich auf ...eter und zweckmäſsig eingerichtete Regenmaſse zu ... und diese nebst Tabellen mit der Auflage zu ver... den Gang des Thermometers nebst den Regenta... Regenmengen in den Tabellen gewissenhaft aufzu...n.

Wie groſs indeſs die Menge der mit vieler Sorgfalt ...igender Sachkenntniſs geführten meteorologischen Re...seyn mag, welche theils für sich bekannt gemacht, theils physikalischen Zeitschriften angehängt sind, so reichen sie nicht hin zur festen Begründung der Gesetze der Meteo-

rologie, und der Physiker, welcher es versucht, diese au
finden, fühlt sich überall verlassen wegen des Mangels an
nügenden Thatsachen. Die Ursache hiervon liegt am T
Die Witterung irgend eines Ortes wird nicht durch diesen
an ihm bedingt, sondern unterliegt Einflüssen aus weit
fernten Gegenden. Die übergroſse Menge der an einem
zelnen Orte aufgezeichneten Thatsachen kann daher bloſs
Beantwortung irgend einer speciellen Frage dienen, aber
Uebersicht des Ganzen und ein Mittel zur Auffindung a
meinerer Ursachen und Gesetze kann sie nicht gewä
Theorie und Erfahrung beurkunden auf gleiche Weise,
hierzu eine Zusammenstellung gleichzeitig an mehrern
entlegenen Orten angestellter Beobachtungen unumgänzlic
thig ist. Ein merkwürdiges Beispiel, wieviel durch ve
Mitwirkung Vieler geleistet werden kann, hat die mete
gische Societät zu Mannheim geliefert, welche zu eine
thätig, als die Physik und namentlich auch die Meteor
noch in der Kindheit waren, mit Werkzeugen versehn
keineswegs auf groſse Vollkommenheit Ansprüche machen
ten, und über einen geringern Flächenraum sich ausdeh
als gegenwärtig leicht zu bewerkstelligen wäre, dennoch
Schatz von Thatsachen hinterlassen hat, zu welchem
jetzt alle diejenigen Gelehrten ihre Zuflucht nehmen, w
allgemeine Regeln der Witterung aufzufinden sich bem
Der Kurfürst Carl Theodor stiftete diese sogenannte
tas meteorologica palatina, an deren Spitze der Abt He
als Director stand. Die Gesellschaft versandte auf ihr
sten verglichene Barometer, Thermometer mit achtzigth
Scale, Federkielhygrometer, denen sie in einzelnen
noch ein Brander'sches magnetisches Declinatorium hinzu
In der beigegebenen Anleitung zum Gebrauche dieser I
mente war auch der Wunsch ausgedrückt, daſs die Bec
ter sich mit einem Luftelektrometer, einem Windmesse
genmaſse und mit einem Verdunstungsmesser versehn
ten. Die Beobachtungen sollten täglich dreimal, Morge
7 Uhr, Nachmittags um 2 und Abends um 9 Uhr an
und mit paſslichen Bezeichnungen in eine Tabelle eing
werden. Hemmer hat nicht bloſs eine Anleitung zur
lung dieser Beobachtungen[1], sondern auch die erhalten

[1] Descriptio instrumentorum soc. meteor. palatinae. Manh.

[illegible] in geeigneten Tabellen und mit Anmerkungen begleitet [illegible] gemacht[1].

11) Schon oft ist seitdem der Wunsch im Stillen gehegt [illegible] ausgesprochen worden, dafs durch irgend eine ähnliche [illegible] die Meteorologie als Wissenschaft eine feste Begrün[illegible] erhalten möge, allein gerade durch die Fortschritte, wel[illegible] die Naturlehre unterdefs gemacht hat, scheinen die For[illegible] so gesteigert zu seyn, dafs die Lösung dieses Pro[illegible] die darauf zu verwendenden Kräfte weit übersteigt. [illegible][2] hat das Mittel gewählt, die Physiker in den ver[illegible] Ländern aufzufordern, an gewissen Tagen des Jah[illegible] gemeinschaftlich Beobachtungen anzustellen und ihm diese [illegible], allein da seit mehrern Jahren bis jetzt noch kein [illegible] erhaltenes Resultat bekannt geworden ist, so mufs der [illegible] hierfür nothwendig erkalten. Neuerdings hat die Kön. [illegible] der Wissenschaften zu Kopenhagen die von der Man[illegible] Gesellschaft vorgezeichnete Bahn wieder zu betreten [illegible], Instrumente vertheilt und fremde Beobachtungen mit [illegible] eigenen vereinigt. An der Spitze dieses Geschäftes stan[illegible] drei gewiegte Männer, v. Hauch, Oersted und Schouw, [illegible] zuverlässig der Aufgabe gewachsen waren, wenn die [illegible] ihnen erlaubt hätten, alle ihre Zeit darauf zu [illegible]. Als eine gediegene Frucht dieses Unternehmens [illegible] das Publicum die durch Neuber zu Apenrade vom An[illegible] Juni 1824 bis ebendahin 1825 angestellten Beobachtun[illegible] vollständig für jeden Tag dieses Jahres, und aufserdem die [illegible] hervorgehenden Resultate in einer lichtvollen Ueber[illegible], nebst vielen interessanten Bemerkungen über die me[illegible]logischen Phänomene im Allgemeinen[3]. Allerdings hat [illegible] Manheimer Gesellschaft keine einjährige Beobachtungsreihe [illegible] einem einzelnen Orte aufzuweisen, welche an Umfang [illegible] Werth des Inhalts mit dieser verglichen werden könnte, [illegible] dennoch ist die Erreichung des erwünschten Zieles auf

1 Ephemerides Soc. meteorol. palatinae. Historia et observationes. [illegible] 1783 — 1792. XII T. 4.

2 Edinb. Journ. of Science. N. XI. p. 144.

3 Observationes meteorologicae a Cal. Jun. 1824. ad Cal. Jun. [illegible] Apenroae in ducatu Slesvicensi factae ab A. Neuber. Havniae [illegible] gr. 4.

diesem Wege nicht zu erwarten. Wollte man von nur etwa einem Dutzend hinlänglich von einander entfernter Orte so ausführliche Uebersichten mittheilen, so würde selbst dem eifrigsten Meteorologen die Zeit fehlen, sich mit diesen allen bekannt zu machen. Hierzu kommt, daſs die Bekanntwerdung sich nothwendig verspäten muſs, wenn das Auſsergewöhnliche im Gange der Witterung, was die Aufmerksamkeit am meisten reizt, sein Interesse bereits verloren hat. Wirklich sind auch diese Beobachtungen erst im Jahre 1829 gedruckt. Endlich ist aber noch zu berücksichtigen, daſs auch der freigebigste Staat die auf ein Unternehmen von diesem Umfange zu verwendenden Kosten rücksichtlich des für die Wissenschaften daraus zu erzielenden Gewinnes für zu groſs erachten müſste.

12) Allerdings wird man mit einem etwas niederdrückenden Gefühle über dasjenige erfüllt, was durch menschliche Kräfte erreichbar ist, wenn man überlegt, daſs ungeachtet des allgemeinen lebhaften Interesses für die Meteorologie und der Wichtigkeit der zu ihr gehörigen Gegenstände es nicht bloſs schwierig, sondern vielleicht unmöglich ist, die hierüber herrschenden und oft geäuſserten Wünsche zu befriedigen. Dennoch habe ich mit dem zu früh für die Wissenschaften verstorbenen Brandes um 1820 nach reiflicher Ueberlegung einen Plan entworfen, wodurch unter günstigen Umständen dieses vielleicht möglich gewesen wäre, welcher damals wegen der italienischen und spanischen Wirren aufgehoben wurde, nachher aber andern Geschäften weichen muſste, und wovon ich die Hauptumrisse hier mitzutheilen kein Bedenken trage, da derselbe vielleicht künftig einmal in verbesserter Gestalt zur Ausführung kommen könnte. Wir hatten uns vorgenommen, eine europäische meteorologische Zeitschrift herauszugeben, welcher wir alle unsere Kräfte zu widmen gedachten, indem Brandes den nordöstlichen, ich selbst aber den südwestlichen Theil dieses Welttheils übernehmen sollte. Als äuſserste Puncte der zu überblickenden Länderfläche hatten wir, allerdings etwas kühn, für die Länge Sebastopol und Lissabon, für die Breite Christiania oder Bergenstift und Catanea in Sicilien gewählt. Auf dieser groſsen Strecke waren jedoch nur 24 Hauptpuncte ausgesucht, von denen regelmäſsig monatliche Tabellen mitgetheilt werden sollten, die sich auf einen einzigen

täglichen Barometerstand, das Maximum und Minimum der Temperatur, eine einzige Psychrometerbeobachtung, die mitt- leren Windrichtung, den allgemeinen Charakter des Himmels und eine kurze Andeutung ausgezeichneter Phänomene be- zeichnen mufsten. Es schien uns dabei nur dadurch mög- lich, das allgemeine Interesse fortdauernd zu fesseln, wenn es sich erzwingen liefs, die jedesmaligen monatlichen Beobach- tungen schon im nächsten Monate nachher drucken zu lassen, um die Hefte im zweiten Monate zu versenden, wobei sich von selbst verstand, dafs eine ausbleibende Tabelle später nachgeliefert werden mufste. Aufser diesen 24 Tabellen sollte dann jedes Heft noch die wichtigsten meteorologischen Er- scheinungen nicht blofs aus ebendiesen, sondern auch aus andern Orten enthalten, die wir namentlich aus den nordame- rikanischen Zeitungen zu entnehmen hofften, insofern ein für diesen Zweck einzurichtender Briefwechsel nicht ausreichen würde; auch hofften wir mit Grunde, durch die liberale Un- terstützung der grofsbritannischen Admiralität die meteorologi- schen Register benutzen zu können, welche die englischen Ostindienfahrer zu führen gehalten sind.

Dieser Plan hat allerdings etwas Riesenhaftes, allein es sind der Wissenschaft wegen bereits gröfsere entworfen und glücklich ausgeführt worden, z. B. die Gradmessungen, Pendel- beobachtungen und Entdeckungsreisen, und nur auf diesem Wege könnte die Meteorologie zu einer festen Basis gelangen, wenn eine solche reichhaltige Fundgrube von Thatsachen eröffnet und es etwa 10 bis 20 Jahre nach einander dem wissenschaft- lichen Publicum im Grofsen möglich gemacht würde, ihre ei- genen Beobachtungen, so lange sie noch im frischen Anden- ken sind, mit denen aus weit entlegenen Orten vergleichbar zusammenzustellen. Der Sachverständige bedarf hierfür keines Beweises, denn es ist sicher ausgemacht, dafs die Ursachen und Bedingungen, mindestens der ungewöhnlichen meteorolo- gischen Erscheinungen, meistens in gröfseren Entfernungen zu suchen sind, als man in der Regel erwartet, wie denn unter andern namentlich Brandes nachgewiesen hat, dafs die Ursa- chen der Stürme im westlichen Europa gröfstentheils im at- lantischen Ocean liegen. Zum Gelingen eines solchen Unter- nehmens genügt jedoch die gewissenhafte Anstrengung und der ausdauernde Fleifs einiger hierfür sich vereinigender sachkun-

diger Männer nicht, ja selbst die thätige Unterstützung der g
lehrten Gesellschaften in den verschiedenen Staaten reicht hie
zu nicht hin, aber eine nicht blofs entscheidende, sonde
selbst gegen alle mögliche Wechselfälle sichernde Hülfe kön
dasselbe erhalten, wenn die erhabenen Regierungen auch d
sem wissenschaftlichen Zweige ihren vielvermögenden Sch
angedeihen liefsen und alles, was für diese Zeitschrift an
Redactoren derselben gesandt oder von ihnen (zur Verhütu
von Mifsbrauch *sous bande*) abgeschickt würde, portofrei u
schnell durch die gewöhnlichen Posten versenden liefsen; de
eben die Schnelligkeit der aus der Ferne erhaltenen Nachri
ten würde die Meteorologen in den verschiedenen Ländern
treiben, in der Einsendung ihrer genau und gewissenhaft
machten Beobachtungen nicht säumig zu seyn. Die Zeit w
lehren, ob die durch wechselseitige Handelsverbindungen
reits so innig vereinten Völker sich zur Unterstützung ei
solchen, den allgemeinen Frieden fordernden und in gewi
Hinsicht auch befördernden Unternehmens künftig einmal v
einigen werden.

II. Meteorologische Werkzeuge, nebst d Prüfung ihrer Güte und der Method sie zu beobachten.

Die gangbaren meteorologischen Apparate[1] können in v
schiedener Ordnung zusammengestellt werden, je nachdem
sie entweder nach ihrer Wichtigkeit oder nach der Ueber
stimmung der mit ihnen anzustellenden Messungen, unter
ander ordnet. Eine Regel ist hierüber nicht festgesetzt, jed
pflegt man sie gewöhnlich ihrer Wichtigkeit nach auf ein
der folgen zu lassen und diesemnach das Barometer, das Th
mometer und das Hygrometer voranzustellen. In Gemäfs
der alphabetischen Anordnung unsers Werkes dürfte es

1 Man kann deren mehr oder weniger beobachten. Lesl
Edinb. New-Phil. Journ. N. III. p. 141. rechnet dazu das Barom
Thermometer, Hygrometer, Atmometer, Regenmafs, Drosom
Anemometer, Photometer, Aethrioskop, Kyanometer und Elektr
ter; allein die letztern von diesen werden selten überhaupt und
jeden Fall nicht regelmäfsig beobachtet.

gemessensten seyn, diese auch hier beizubehalten, wobei es sich von selbst versteht, daſs jederzeit auf die einzeln vorkommenden Artikel verwiesen wird und bloſs die bereits abgehandelten die etwa nöthig gewordenen Zusätze erhalten können.

11) *Atmometer*, *Atmidometer* oder Verdunstungsmesser. Es scheint mir unnöthig, zu dem, was hierüber gesagt worden ist[1], noch weiter etwas hinzuzusetzen, und würde dieses, wenn es erforderlich wäre, bequemer bei der Untersuchung der Verdunstung geschehn.

12) *Barometer*. Ueber dieses wichtige meteorologische Werkzeug wurde zwar oben[2] bereits ausführlich gehandelt, allein es ist seitdem so viel Neues hinzugekommen, daſs hier einige Nachträge nicht fehlen dürfen. Bekanntlich entdeckte Evangelista Torricelli im Jahre 1643 die Wirkung des Luftdruckes, durch welchen die Quecksilbersäule in der Glasröhre getragen wird, und Pascal, um die neue Theorie zu darlegen, veranlaſste erst in einem Briefe vom 15. Novbr. 1647 seinen Schwager Perrier zu Clermont, das Barometer auf den 500 Toisen hohen Puy de Dome zu tragen, welches dieser am 19. Nov. 1649 vollführte und dann bemerkte, daſs die Quecksilbersäule dort um 3″ 1‴,5 niedriger stand, als am Fuſse dieses Berges[3]. Hiernach hält man Pascal allgemein für den Erfinder des barometrischen Höhenmessens. Allein mit dieser, aus den hier genau angegebenen Thatsachen entnommenen Folgerung stimmt nicht überein, was Libri[4] aufgefunden hat, wonach Beriguardus[5] erzählt, daſs schon 1643 die eben erfundene Torricelli'sche Röhre in Toscana zum Messen der Berghöhen gebraucht worden sey.

13) Ueber die Verfertigung der Barometer möge hier noch nachträglich bemerkt werden, daſs nach Winkler[6] die Reinigung des Quecksilbers am leichtesten und sichersten bewerkstelligt wird, wenn man einen Theil reinen Schwefel schmelzt,

1 S. *Atmometer*. Bd. I. S. 432.
2 S. *Barometer*. Bd. I. S. 759.
3 De Luc Recherches sur les modifications de l'Atmosphère. T. I. p. 222.
4 Ann. Chim. et Phys. T. XLVI. p. 356.
5 Circulus Pisanus T. VII. p. 621. ed. 1643.
6 Buchner Repert. Bd. XXXII. S. 269.

unter stetem Umrühren 6 Theile Quecksilber zusetzt, falls Masse sich entzünden sollte, sie sogleich bedeckt und d das erhaltene Schwefelquecksilber aus einer irdenen oder sernen Retorte destillirt.

14) Die verschiedenen Constructionen der Barometer bereits oben so vollständig angegeben worden, dafs es mir üb flüssig scheint, die seitdem bekannt gewordenen Abänderun derselben hier ausführlich zu beschreiben, weil sie im Wesen chen mit der einen oder der andern der angegebenen Ar übereinstimmen. Das Fortin'sche und das Horner'sche Ba meter scheinen mir noch immer den Vorzug zu verdienen, doch müfste letzteres mit einem Stifte versehn und das Niv des Quecksilbers im Gefäfse mit diesem in Berührung gebr werden, weil es sich auf diese Weise schärfer, als unter Rand des Ringes, einstellen läfst, wovon ich mich selbst d den Gebrauch überzeugt habe. Inzwischen sind allerdings nige zweckmäfsige Constructionen vorgeschlagen worden, z. B. Bunten[1], von Parrot[2] dasjenige, dessen er sich auf s merkwürdigen Reise nach dem Ararat bediente, wobei er besondere Dauerhaftigkeit und Leichtigkeit des Einsetzens ner neuen Röhre nach dem Zerbrechen der ursprünglichen absichtigte. Adie zu Edinburg macht vortreffliche Baron nach Fortin'scher Einrichtung und versieht sie oben mit kleinen Dosenlibelle, um von ihrer verticalen Richtung v chert zu seyn, allein dieses scheint mir unnöthig, da let durch das Gewicht des Quecksilbers im Gefäfse bei hinlä cher Beweglichkeit und zweckmäfsiger Aufhängung von s hervorgebracht wird[3]. Die Construction der Pistor'schen berbarometer in ihren wesentlichsten Theilen hat auch Be haupt[4] gewählt und verfertigt hiernach vorzüglich ge Apparate dieser Art. Bei Höhenmessungen auf Reisen f Hisinger[5] das Ablesen der Scale beider Schenkel des

1 Journ. de Chim. medicale T. IV. p. 238. Annal. de l'Ind nat. et étrang. N. 78. Wiener Zeitschr. Th. II. S. 74.

2 Reise zum Ararat. Berl. 1834. Th. II. S. 1 ff.

3 Eine detaillirte Beschreibung des eisernen Gefäfses finde in Edinb. Journ. of Sc. New Sér. N. II. p. 333. Das Barometer habe ich bei Galbraith in Edinburg gesehn.

4 Poggendorff Ann. XXXIV. 41.

5 Poggendorff Ann. VII. 33.

gens sehr zweckmäfsigen Barometers von GAY-LUSSAC zeitraubend und Beobachtungsfehler veranlassend[1], weswegen er an seinem Reisebarometer die Veränderung anbrachte, dafs der Nullpunct der verschiebbaren Scale auf die Quecksilberfläche im untern Schenkel eingestellt und dann blofs am obern Schenkel abgelesen wurde. Setzt man einmal die Genauigkeit der Heberbarometer als genügend voraus, so ist diese Einrichtung allerdings empfehlenswerth; inzwischen hat auch GAY-LUSSAC sein Barometer in der Art abgeändert, dafs man blofs am kürzern Schenkel abliest, was jedoch voraussetzt, dafs die Quantität des darin enthaltenen Quecksilbers unverändert bleibt, dagegen aber die Correction wegen der Temperatur blofs auf die Quecksilbersäule im kürzern Schenkel beschränkt und dadurch fast ganz unnöthig macht.

15) Bei Barometern, die für den Transport, namentlich auf Reisen, oder zum Höhenmessen bestimmt sind, vermeidet man die durch KUPFFER[2] aufgezählten Ursachen zu Fehlern leicht soweit, dafs man hinlänglich genaue Resultate erhält, allein sobald es auf die Ausmittelung der absoluten Barometerhöhe an irgend einem Orte ankommt, genügen diese nicht. Die Unsicherheit, welche nach der Fortin'schen Construction daraus erwächst, dafs sich die obere Wölbung des Quecksilbers nicht leicht mit dem Rande des Ringes in eine Ebene bringen läfst, wird nach HORNER's Einrichtung dadurch vermieden, dafs man unter dem Ringe hin visirt, die völlig verticale Richtung des Barometers ist durch seine Construction von selbst gegeben und die Richtigkeit der Scale, die in der Spitze des das Quecksilber im Gefäfse berührenden Stiftes ihren Anfang haben mufs, ist gegenwärtig ohne grofse Schwierigkeit wohl zu erreichen; allein die übrigen zwei gerügten Ungewifsheiten, nämlich die Coincidenz der Schärfe des Läufers mit dem Nullpuncte des Nonius und der Einflufs der Capillarität, sind nach den neuesten Untersuchungen hierüber so schwer zu vermeiden, dafs kein anderes Mittel übrig bleibt, als die gewöhnlichen Barometer nach irgend einem genauen Normalbarometer abzugleichen, was auch von den vorzügli-

1 Dieser Vorwurf ist jedoch mit Wahrscheinlichkeitsgründen nicht wohl vereinbar.

2 Poggendorff Ann. XXVI. 446.

chern Künstlern bisher schon zu geschehn pflegte, da ob dieses Mittel die bessern Barometer diejenige Uebereinstimmu nicht zeigen würden, die man an ihnen wahrnimmt. Kupff hat ein Heberbarometer angegeben, bei welchem die meisten d genannten Fehler vermieden sind, allein die Beobachtung de selben ist sehr zusammengesetzt und dadurch zeitraubend, a ſserdem aber ist zwar der Einfluſs eines geringen Anthei Luft im Vacuum des Instruments auf eine sehr sinnreiche Wei vermieden, allein sofern bei nicht ausgekochten Barometer sich nach und nach etwas mehr Luft aus dem Quecksilb auszuscheiden pflegt und hierdurch die Capillardepression ei Aenderung erleidet, letztere auſserdem von der Eigenthün lichkeit des Glases abhängt, so wird auf diese Weise die g suchte absolute Genauigkeit doch nicht vollständig erreicl diejenige Unsicherheit nicht zu erwähnen, welche hinsichtli der nicht angegebenen Weite der Röhren, namentlich in B ziehung auf Heberbarometer, stets noch zurückbleibt.

16) Seit der Bekanntwerdung des Art. *Barometer* in di sem Werke und zum Theil hierdurch veranlaſst wurde d Aufmerksamkeit der Physiker vorzüglich auf die Constructi genauer Barometer gerichtet, hauptsächlich weil man sich Folge der von der Berliner Akademie im Jahre 1823 ausg gangenen Aufforderung zu gleichzeitigen Beobachtungen an d bekanntesten Orten Deutschlands überzeugte, daſs die v de Luc so sehr empfohlenen Heberbarometer, obgleich sie d absolute Länge der durch den Luftdruck getragenen Queck silbersäule unmittelbar angeben, doch namentlich wegen d unbestimmbaren Einflusses der Capillarität[1] dasjenige nicht le sten, was man sich von ihnen versprach. Zwei einand wechselseitig bedingende Hindernisse eines richtigen Gang waren es vorzüglich, die bei dem Barometer beseitigt werd muſsten, wenn sie zuverlässige Apparate seyn sollten, und oh welche aller Fleiſs der Künstler vergebens an ihnen v schwendet war. Als erste Ursache zu Fehlern ist die Capi larität zu nennen, die für feine Bestimmungen nicht bl Unrichtigkeiten der absoluten Barometerhöhen herbeiführt, s dern bei engen Röhren auch mit einer Unempfindlichkeit sammenfällt, welche die feinsten Oscillationen wahrzuneh

1 Vergl. Kupffer in Mém. de Petersbourg. VIme Sér. T. II.

[illegible]. Insbesondere erwarb sich Bohnenberger[1] das Verdienst, unwiderleglich nachzuweisen, dafs die Capillardepression eine andere sey im Torricelli'schen Vacuum, als bei der Berührung mit Luft, weswegen Heberbarometer stets zu hoch stehen müfsten. Aufserdem aber stellte er ganz in Abrede, dafs die Capillardepression nach der Theorie von La Place corrigirt werden könne, weil die Gestalt der Curve, welche die Oberfläche des Quecksilbers in ungleich weiten Röhren bildet, nicht wohl bestimmbar ist. Selbst die Tafel, welche Bouvard[2] berechnet hat, giebt Werthe, welche von den wirklich gefundenen bedeutend abweichen, und ebendieses ist nach einer durch Poggendorff[3] angestellten Vergleichung der Fall mit derjenigen Tabelle, welche Poisson[4] gegeben hat und nicht minder mit derjenigen, welche auf die Bestimmung der Constanten durch Eckhardt und Schleiermacher gegründet und oben[5] mitgetheilt worden ist.

17) Um zu absolut richtigen Resultaten zu gelangen, liefs Bohnenberger ein sogenanntes *Normalbarometer* verfertigen, ein wahres Rieseninstrument, dessen Röhre 14,5 par. Lin. und dessen Gefäfs 5 Zoll Durchmesser hatte. Letzteres war so eingerichtet, dafs auch andere Röhren von geringerem Inhalte in dasselbe eingesenkt eine Messung und Vergleichung ihrer Depression gestatteten, die man bei der grofsen wohl als ganz

1 Naturwissenschaftliche Abhandlungen, herausgegeben von einer Gesellschaft in Würtemberg. Tübing. 1827. Th. I. S. 219 u. 389.
2 In Connaissance des Tems pour l'an 1829. p. 308.
3 Dessen Annalen. Bd. XXVI. S. 462.
4 Nouvelle Théorie de l'action capillaire. p. 289.
5 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 909. Die Mitglieder der Akademie zu Turin beobachteten schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die ungleichen Höhen der Quecksilbersäule in Barometerröhren verschiedener Weite; sie suchten hierfür und für den Einflufs der Wärme die erforderlichen Correctionen auf, aber nur mit derjenigen Genauigkeit, die in der damaligen Zeit zu erwarten war. S. Miscellanea Taurin. 1759. T. I. p. 7. Auch Cavendish berechnete Tafeln für die Capillardepression bei Barometern. S. Philos. Trans. 1776. p. 386. Am bekanntesten und am meisten gebraucht sind die von Bouvard, nach Laplace's Theorie, in Connaiss. des Tems 1812. p. 320. und 1829. p. 308. Hierauf sind auch die durch v. Zach berechneten gegründet. S. Nuove tavole barometriche e logaritmiche. Genova 1818.

vermieden betrachten darf. Eine Vergleichung ergab u[illegible] dieser Voraussetzung folgende Resultate.

Durchmesser	5,81 par. L.	3,02 par. L.	2,15 par. L.
Depression	0''',036	0''',331	0''',575
	32	335	577
	35	336	569
	33	332	597
	35	334	582
	36	333	568
Mittel	0''',034	0''',333	0''',578

Rücksichtlich der so gefundenen Capillardepressionen ist [illegible] schiedenes zu bemerken, vorläufig möge aber genügen, nu[illegible] wichtige Ergebnifs hervorzuheben, dafs eben nach einer [illegible] gleichung hiermit die durch Rechnung gefundenen Depre[illegible] nen zur genauen Correction dieser Gröfse unzulänglich s[illegible]

Da solche Normalbarometer nicht wohl transportirt [illegible] den können, zugleich aber für den jetzigen Zustand der [illegible] senschaft an den Hauptbeobachtungsstationen fast unentbe[illegible] sind, so ist es um so wichtiger, hier eine Beschreibung [illegible] genannten aufzunehmen und diese durch eine Zeichnung [illegible] Ganzen und seiner einzelnen Theile zu erläutern. Auf [illegible] Fufsbrete A B von 10,5 Z. Durchmesser und 2,5 Z. Dicke [illegible] die zwei hölzernen Säulen A C und B D. Sie lassen sich [illegible] E, F auseinander schrauben, um das Zwischenstück E F, [illegible] ches seiner Wichtigkeit wegen besonders gezeichnet word[illegible] aufzunehmen. Oben sind die Säulen durch ein ähnliches, [illegible] telst eiserner Schrauben auf ihnen befestigtes Stück verb[illegible] Beide Zwischenstücke haben einen gleichen halbkreisf[illegible] Ausschnitt, welcher zur Aufnahme der Röhren von ver[illegible] dener Dicke dient, und über ihnen ist das messingne [illegible] a b, a' b' aufgeschraubt, dessen Zweck später angegeben [illegible] den soll. Beide Stücke haben am Ausschnitte drei andere [illegible] kreisförmige Ausschnitte R, r, r' von ungleicher Gröfse, [illegible] ren Axen also in der Oberfläche eines Cylinders liegen, [illegible] sen geometrische Axe die Bänder a b, a' b' in g schneid[illegible] mit der verticalen Axe des mikroskopischen Beobachtu[illegible] parates zusammenzufallen. Die kleineren Röhren werd[illegible]

Fig. 259.

Fig. 260.

(wohl vortheilhaft vorher mit aufgeklebtem weichem Leder ausgekleideten) Ausschnitten r und r′ vermittelst aufgeschraubter Haken und zwischengelegten Papiers festgehalten, die größere Röhre von 14,5 Lin. Weite durfte unten nicht auf einer Unterlage ruhn, weil an solchen Körpern leicht Luftblasen aufsteigen, es wurde daher an der geeigneten Stelle Papier übergeleimt und über dieses eine inwendig rauh gemachte, aus zwei Hälften bestehende, messingne Hülse, in deren Rauheiten sich das noch nasse Papier drückte, mittelst Schrauben angezogen, deren hervorstehende Ränder die Röhre auf dem Zwischenstücke bei R so schwebend erhalten, dafs ihre Öffnung einen Zoll vom Boden des Gefäfses PQ entfernt ist. Aufserdem dienen zum Festhalten derselben in den halbkreisförmigen Ausschnitten oben und unten noch zwei messingne Bänder, die mittelst der Schrauben s, s′ angezogen werden.

Zum Messen der absoluten Länge der Quecksilbersäule dient eine eigene mikroskopische Vorrichtung. Auf dem 16,75 Z. langen, 10 Lin. weiten hohlen messingnen Cylinder LM Fig. 261. ist die Scale aufgetragen. Aus diesem laufen oben und unten die eisernen Axen m und Mhl aus, wovon die erstere cylindrisch und blofs oben etwas konisch ist, die letztere hat bei h einen Absatz und unten eine stählerne Spitze l, welche bei der Beobachtung mit der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäfse zur Berührung gebracht wird. Sie ist bei k mit einer messingnen Hülse angeschraubt, die durch eine andere Schraube fest angezogen wird. Innerhalb der Röhre LM sind zwei Stücke durch eine gezahnte Stange verschiebbare, deren obere die kleine, in der Axe der LM bewegliche, zusammengesetzte Mikroskop Nq trägt. Auf dem Stücke, welches dieses Mikroskop trägt, befindet sich der Nonius, mittelst dessen die Linie in 100 Theile getheilt ist und welcher durch das Getriebe bei O bewegt wird. Der cylindrische Theil m der Axe pafst genau in die Oeffnung g des messingnen Bandes a′ b′, auf dem untern Bande a b sitzt ein kurzer hohler Cylinder c d, in Fig. 262. welchen ein anderer f g eingeschraubt ist, durch dessen Oeffnung die Axe h nach dem Abschrauben der Spitze k l gesteckt werden kann. Man übersieht bald, dafs hiernach die Axe mk den Axen der Barometerröhren parallel läuft und mit der geometrischen Axe eines Cylinders zusammenfällt, in dessen

Peripherie sich die Axen der Barometerröhren befinden, dur den eingeschraubten Cylinder fg aber wird es möglich, (stählerne Spitze l der Axe mit der Oberfläche des Quecks bers im Gefäfse genau zur Berührung zu bringen. Zur H stellung des verticalen Standes dient eine Libelle, welche rectificirt vorausgesetzt wird und in diesem Falle durch (im Fufsbrete angebrachten, in der Zeichnung weggelassen Schrauben zum Einspielen gebracht werden kann, nachde sie mit ihrer Hülse auf die konische Spitze m der Axe gestec worden ist. Sollte die Libelle nicht richtig seyn, was sich dur Umdrehn um ihre verticale Axe zeigen müfste, so kann auf die bekannte Weise rectificirt werden, indem man d halben Fehler durch die Stellschrauben des Fufsbretes, die a dere Hälfte desselben durch die an ihr befindlichen Correctio schrauben verbessert. Es versteht sich von selbst, dafs Absatz bei h auf der genau ebenen Fläche des Schraub kopfes f ruhe und die Axe sich leicht in der Höhlung bewege, ohne den eingeschobenen Cylinder durch ihre U drehungen höher oder niedriger zu schrauben. Es ist zw nicht zu erwarten, dafs bei einer genauen Ausführung der beit der Spinnenfaden im Mikroskop nicht in einer horizon len Ebene liegen oder bei seiner Umdrehung um die verti Axe der Stange LM eine andere, als horizontale Beweg machen sollte; allein es mufs dieses dennoch controlirt w den, was auf sehr einfache Weise dadurch geschieht, (man den Faden genau auf irgend einen festen Punct ric und sich durch Umdrehn des Mikroskops um die vertic Axe überzeugt, dafs er diesen nie verläfst. Die Richtig der Scale und des Nonius an sich mufs der Künstler verbi gen, ob aber durch beide die eigentliche Länge der Que silbersäule im Barometer gemessen werde, dieses zu contr ren dient die Berichtigungsstange, welche aus fast 3 Lin. ckem Eisendrahte genau 27 Zoll lang, auch oben und un in feine Spitzen auslaufend, an einer der Säulen AC oder so aufgehangen wird, dafs ihre untere Spitze die Quecksilb fläche im Gefäfse berührt, die obere dagegen mit dem Sp nenfaden im Mikroskope zusammenfallend eine genaue P fung gestattet, ob das Null des Nonius mit 27 Zoll der S zusammenfällt. Diese zur künftigen wiederholten Controle Apparate bleibende Stange ist oben in der Länge von 1,5

r Schraube geschnitten und am untern Ende dieses Gewin-
t einer ränderirten messingnen Scheibe versehn, um
ittelst dieser die ganze Stange leicht um ihre verticale
e drehn zu können. Mit ihrem Gewinde wird sie in ei-
messingnen Ringe festgeschraubt, welcher nach der Art
Aufhängens von Schiffscompassen am Ende eines aus der
e hervorstehenden Armes beweglich festsitzt. Durch Um-
g der Berichtigungstange um ihre verticale Axe läſst sich,
ie durch ihr eigenes Gewicht nothwendig eine lothrechte
ung annehmen muſs, ihre untere Spitze genau mit der
che des Quecksilbers im Gefäſse zur Berührung brin-
nd wenn dann beim Coincidiren des Spinnenfadens mit
obern Spitze die Scale nicht genau 27 Zoll zeigt, so
t sich dieses durch Umdrehung der Schraube bei k leicht
igen.

Hiernach unterliegt die möglichst erreichbare Genauig-
eses Apparates keinem Zweifel, allein die Beobachtun-
it demselben sind schwierig, weil sich die groſse Fläche,
welcher noch auſserdem bei der geringsten Erschütterung
Menge kleiner Wellen entstehn, nicht gut übersehn und
heiden läſst. Zur Erleichterung hat BOHNENBERGER
federnden Ring aus dünnem Messingblech bei K über
öhre herabgeschoben, um bloſs einen feinen Lichtstreifen
der Oberfläche des Quecksilbers durchfallen zu lassen,
uſserdem ist auch das Mikroskop so eingerichtet, daſs es
nen solchen Streifen durchläſst. Bei der Prüfung der
muſs auf die Temperatur und die ungleiche Ausdehnung
etalle Rücksicht genommen werden, was am leichtesten
t, wenn man die Rectificirung der nach altfranzösi-
Maſse getheilten Scale bei der Normaltemperatur von
vornimmt, aber auch bei den Beobachtungen ist die
um so vorsichtiger zu berücksichtigen, je langsa-
die groſse Masse des in der Röhre enthaltenen Quecksil-
seine Temperatur ändert. Solche Barometer sind jedoch
s stationäre Apparate zu betrachten, die weniger zum
en Gebrauche, als vielmehr zur Rectificirung anderer
eter, zu Untersuchungen über die Capillarität und zu an-
nicht so oft wiederkehrenden feinen Messungen dienen;
ssen daher sehr fest aufgestellt seyn und sich an Orten
n, wo die Temperatur nicht leicht wechselt. Inzwischen

können sie auch füglich zu täglichen Beobachtungen benut
werden, wenn man bei jeder einzelnen nicht den höchste
Grad der mit ihnen erreichbaren Genauigkeit beabsichtigt, v
allen Dingen aber dienen sie zur Rectificirung der gewöhnl
chen Barometer.

18) Bohnenberger nimmt selbst an, dafs bei Röhre
von 6 und mehr Linien Weite die Capillarität verschwinde
und solche lassen sich daher gleichfalls zu Normalbarometer
anwenden. Von dieser Art sind die Heberbarometer, welch
in der Werkstatt von Pistor und Schiek zu Berlin verfer
tigt werden, wovon das erste sich auf der dortigen Stern
warte befindet, andere nach Altona, Königsberg, Kopenhage
Stockholm, Helsingfors, Danzig u. s. w. geliefert worden sind
Hierbei hat der längere Schenkel in der Mitte eine doppel
Biegung, so dafs die Axe des wieder aufgebogenen kürze
Schenkels mit der des obern Theils des längern in eine ve
ticale Ebene fällt. Die Scale besteht aus einem Lineale v
Messing und ist unten mit einem festen Mikroskope, ob
mit einem auf dem Nonius festsitzenden und mit diesem dur
eine Mikrometerschraube beweglichen versehn; sie läfst si
leicht vom Instrumente abnehmen, um sie auf einem genau
Etalon zu rectificiren, indem man das obere Mikroskop auf
Zoll stellt und das untere vermittelst einer Stellschraube ric
tet, bis die Spinnenfäden beider Mikroskope mit den auf d
messingnen Etalon in Silber eingeschnittenen, genau 28 Z
von einander abstehenden, feinen Linien coincidiren, wo
die jedesmalige Temperatur vernachlässigt werden kann,
beide von Messing sind, die absolute Richtigkeit des Etalo
vorausgesetzt. Scale und Nonius, beide auf Silber getbei
liegen in einer Ebene und geben Hundertstel einer par. L
Um das Barometer genau vertical zu hängen, wird eine sta
Bohle vermittelst eingegypster Schrauben an der Wand be
stigt, diese trägt zwei eiserne Arme, den untern am E
mit einer Pfanne von Glockenspeise versehn, worin ein
Last des Barometers tragender stählerner Conus ruht,
obere trägt einen vermittelst Schrauben beweglichen S
auf welchem der am obern Ende des Barometers befesti
Ring hängt und welchen man in seinen Charnieren durch

1 Poggendorff Ann. XXVI. 451.

Schrauben so lange richtet, bis das Senkel die verticale Richtung der Röhre anzeigt. Auf diese Weise kann das Barometer nach allen Seiten gedreht, zugleich auch aus der unteren Hülse gehoben werden, um es gegen den Horizont zu neigen und sich von der Abwesenheit der Luft über dem Quecksilber im längern Schenkel zu überzeugen. Auch dieses Barometer, ebenso wie das Bohnenberger'sche, ist so empfindlich, dafs die feinen Oscillationen, selbst bei bloſsem starkem Luftzuge im Zimmer, nie aufhören, was dann, aufser der Gröſse der Oberfläche, die Beobachtungen bei beiden ausnehmend erleichtert. Bei diesen Heberbarometern, deren Vortrefflichkeit gewiſs nicht in Abrede zu stellen ist und bei denen die Schönheit der Ausführung allgemeinen Beifall und Bewunderung findet, bleibt immer noch der Zweifel übrig, ob auch bei dieser Weite der Röhre die Capillarität in dem der freien Luft ausgesetzten Schenkel auf gleiche Weise verschwindet, als in dem luftleeren, von welchem allein Bohnenberger redet; außerdem aber kommt noch eine Frage über den individuellen Einfluſs des Glases in Betrachtung, welcher die Heberbarometer überhaupt in einem stärkeren Grade treffen würde und wovon weiter unten die Rede seyn wird.

19) Barometerbeobachtungen zur Ausmittelung der Gesetze, denen der veränderliche Luftdruck unterworfen ist, werden so häufig angestellt, dafs es sich wohl der Mühe lohnt, über die Art der Barometer, die man hierzu wählen muſs, einige Worte zu sagen. Sollen diese Beobachtungen bloſs dazu dienen, um den Gang der Witterung zu beachten und mit einiger Wahrscheinlichkeit vorauszusagen, so genügen gewöhnliche Flaschenbarometer, die sich ohnehin leicht transportiren lassen; besser ist es jedoch und nicht kostbarer, nach der Methode von Placidus Heinrich, ausgekochte 2 bis 2,5 Lin. weite Röhren in ein Glas mit Quecksilber zu senken, beide auf einem geeigneten Brete zu befestigen, das Gefäſs mit einem Pappdeckel gegen Staub zu sichern und auf dem Brete entweder eine papierne Scale hinter der Röhre oder zur Seite derselben eine messingne mit einem Nonius zu befestigen. Hierbei wird jedoch vorausgesetzt, dafs das einmal aufgehängte Barometer, wenigstens der Regel nach, an seiner Stelle stets bleibe. Sollen die Beobachtungen genauer seyn zur Vergleichung mit andern, etwa wegen Höhenbestim-

mungen, dienen, wobei es selten auf weniger als etwa 0,1 b
0,3 Lin. Unterschied ankommt, so genügen die von gut
Künstlern verfertigten Fortin'schen, Horner'schen, Pistor'sche
insbesondere die vorzüglichen durch Buzengeiger in Tübi
gen gelieferten Heber - oder Gefäſsbarometer. Verlangt man no
gröſsere Genauigkeit, hauptsächlich aber an den Hauptbeo
achtungsstationen, so sollte hierzu billig ein Normalbarome
dienen, welches zwar nicht die colossale Gröſse des Bohne
berger'schen haben muſs und daher auch weniger kostbar se
kann, aber doch dem Wesen nach zu dieser Classe geh
Solche Barometer bestehn am besten aus einer über 6 par.
nien weiten Röhre und einem 5 bis 6 Zoll Seite haltenden q
dratischen Gefäſse von lackirtem Eisenblech, welches e
2 Zoll hoch mit Quecksilber gefüllt und durch einen ge
schlieſsenden Deckel gegen Staub geschützt seyn muſs.
in dasselbe eingesenkte Röhre darf nicht bis auf den Bo
herabgehn, sondern ihre Mündung muſs sich etwa 0,5 Z.
demselben befinden. Die Röhre wird auf einem starken B
von hartem, wohlgetrocknetem Holze befestigt, an dessen
teres Ende das Gefäſs angeschraubt worden ist, jedoch darf
Röhre dem Rande desselben nicht zu nahe kommen und befi
sich am besten in dessen Mitte, was sich durch einiges
stehn von der Wand leicht erreichen läſst. Durch den De
des Gefäſses geht ein elfenbeinerner Stift herab, auf de
eine flache Seite nahe unter dem obern Ende eine feine h
zontale Linie eingeschnitten ist, deren Ende eine gleiche f
Linie berührt und mit ihr einen rechten Winkel bildet,
auf einem kleinen, in das Bret eingelassenen Stückchen
fenbein gleichfalls horizontal eingeschnitten ist. Der Stift w
so weit herabgedrückt, daſs beide Linien in die nämliche
rizontale Ebene fallen, und wenn dann die Länge des St
von der Spitze bis zu seiner Linie bekannt ist, so kann
Künstler von dem Striche auf dem Brete an die Scale g
befestigen, auch durch ein über die Scale und unter dem
Absehn bestimmten Ringe hin gelegtes Lineal den Nullp
des Nonius und der Scale leicht zur Coincidenz bringen,
bei die vortheilhafte Einrichtung, daſs Nonius und Scale
einer Ebene liegen, vorausgesetzt wird. Bei sehr hartem Ho
wie man zu solchen Apparaten zu nehmen pflegt, und da
stets in Zimmern hängenden Barometer keinem bedeuten

Wechsel der Feuchtigkeit ausgesetzt werden, ist ein Verziehn [des] Bretes nach den Längenfibern nicht zu fürchten, wie durch [Sp]annung geschieht, und es genügt daher, die Scale von der [Läng]e einiger Zolle auf dem Brete zu befestigen; will man [da]gegen aber gesichert seyn, so muſs die messingne Scale unten an bis oben hinauf reichen und der Strich, welcher mit dem des Stiftes coincidirt, am untern Ende derselben eingeschnitten seyn. Bei einem so weiten Gefäſse kann [man] sich der Gefäſs-Correction, die für jede einzelne Beobachtung erforderlich sowohl mühsam als auch zeitraubend seyn [wür]de, überheben und es genügt daher, bei ungefähr dem [...] nahe bekannten mittleren Barometerstande das Gefäſs [so] weit mit Quecksilber zu füllen, daſs seine Oberfläche genau die Spitze berührt, was man nach Bohnenberger sehr [sc]harf ausmessen kann, wenn man mit einem Vergröſserungs[glas]e das Bild beachtet, welches die Spitze des Stiftes auf der [blan]ken Metallfläche erzeugt, oder die kleine Vertiefung, die [be]im Eintauchen sogleich erzeugt wird. Durch die Schwankungen über und unter dem mittleren Stande wird dann der [Inha]lt des Gefäſses von selbst ausgeglichen.

20) In der neuern Zeit hat sich in Beziehung auf die Capillarität eine Schwierigkeit gezeigt, welche bei weitem bedeutender ist, als es auf den ersten Blick scheint. Früher glaubte [ma]n, dieser Einfluſs auf die absolute Länge der Quecksilbersäule in den Barometern lasse sich durch gehöriges Auskochen [so w]eit beseitigen, daſs man bloſs nöthig habe, die obere [Wölb]ung des Quecksilbers abzulesen oder die erforderliche [Corre]ction nach den darüber gefundenen Formeln anzubringen. [Hier]über ist bereits das Nöthige gesagt worden[1]; allein es muſste [...] auffallen, daſs einige Physiker durch wiederholtes Auskochen die Convexität gänzlich beseitigt zu haben versicherten, [an]dere dagegen nicht im Stande waren, eine völlig ebene Fläche zu erhalten. Ich selbst gehöre zu denen, die es nie dazu zu bringen vermochten, glaubte jedoch wegen des von [mir] angeführten Ciarci'schen Barometers von G. G. Schmidt, [da]ſs dieses an der Unvollkommenheit des Auskochens. Um [so] mehr wurde ich überrascht, als Pistor in Berlin, welcher ebensoviel *Eifer* als Glück sich die Verbesserung und Ver-

---

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 907.

vollkommnung aller physikalischen Apparate angelegen lässt, auch versicherte, die Barometer dürften nicht au kocht, sondern müssten bloss mit vorher zum Sieden er tem und noch warmem Quecksilber gefüllt werden, wei sonst eine nachtheilige Capillarattraction zeigten. Einen such, wodurch er dieses zu beweisen sich zuvorkommen bot, konnte ich aus Mangel an Zeit nicht abwarten, ge aber, dass ich nach eigenen, an vielleicht funfzig Röhren machten Erfahrungen nicht zur Ueberzeugung gebracht wu BOHNENBERGER hielt das Auskochen der Barometerröhren so nothwendig, dass er der grossen Schwierigkeiten unge tet seine 14,5 Lin. weite Röhre auskochen liess. Dul wollte gefunden haben, dass durch die Hitze etwas Que ber oxydirt werde und dann das beigemessene Oxyd die pillardepression erzeuge, weswegen er vorschlug, das S stoffgas abzuhalten; allein POGGENDORFF zog wegen de wähnten, durch PISTOR und SCHIEK gemachten Erfahr diese Erklärung in Zweifel, die an sich nicht wahrschei ist. Unterdess nahmen SCHUMACHER und BESSEL[2] wahr die trefflichen Pistor'schen Barometer mit Röhren von 7 Weite zuerst Capillarattraction durch eine etwas concave fläche und nach dem Herauslassen von etwas Luft aus Torricelli'schen Raume eine ungewöhnlich starke Capil pression zeigten[3]. Eine nähere Untersuchung dieser Th che führte zu dem leider gewissen und ebendaher höchs angenehmen Resultate, dass die verschiedenen Glassorten ungleiche Adhäsionskraft gegen das Quecksilber zeigen, wegen allgemeine Formeln zur absolut genauen Correction Capillardepression wohl ausser dem Bereiche der Mögli liegen[4]. Man ist seitdem von selbst dahin übereingekom

---

1 Aus Nouvelle Théorie de l'action capillaire par M. Poi 291. in Poggendorff Ann. XXVI. 455.

2 Astronomische Nachrichten 1832. N. 175. Daraus in Po dorff Ann. XXVI. 455.

3 Ein vor einigen Jahren von mir verglichenes Pistor'sche sebarometer zeigte eine schräge Oberfläche, offenbar in Folge cher Adhäsion des Quecksilbers an den Wandungen des Glases.

4 Ein ganz vorzügliches Gefässbarometer von Loos, welch seit 1811 stets beobachte und welches bei allen zahlreichen V chungen sich stets als ausnehmend genau bewährte, auch die v

[...] auch Piston hat die Nothwendigkeit hiervon eingesehn, [...] es am sichersten ist, hartes Glas zu Barometerröhren zu [...], und insbesondere zeichnen sich diejenigen vortheilhaft [...] welche von Buzengeiger[1] in Tübingen gebraucht wer[den]. Die sonst so ausnehmend hellen und leicht zu behan[deln]den Röhren von pariser Glase sind nicht zu empfehlen, [we]il sie zu viel Metalltheile enthalten, auch zeigt sich bei [sol]chen Röhren, in deren Masse eine zu grofse Menge Kali [en]thalten ist, oft über dem Quecksilber ein opalisirender, ins [...] spielender Ueberzug, welcher von etwas ausge[schie]denem, anfangs wieder resorbirtem, nachher aber auf der [Ober]fläche sich ansetzendem Kali herrühren soll. Sind dann [die] Barometer aus gut geeignetem Glase verfertigt, so läfst [sich] mindestens mit Grunde erwarten, dafs sie sich durch den [Ein]fluſs der Zeit nicht verändern, wenn man sie gegen zu[fälli]ges Hineindringen von Luft bewahrt. Zur Correction der [Ca]pillarität könnte man am besten die durch Bohnenberger [gef]undenen Gröſsen anwenden, wonach die Depression bei [...] Weite 0''',034, bei 3''',02 Weite 0''',333 und bei 2''',15 [...] 0''',578 beträgt, welche Gröſsen sich ohnehin leicht in[terpoli]ren und auf die üblichen Durchmesser der Barometer[röhr]en anwenden lassen; allein wegen des nicht leicht be[stim]mbaren Einflusses der eigenthümlichen Glassorte ist es stets [am s]ichersten, eine Vergleichung mit einem geprüften Nor-

---

[...] Wölbung so unverändert beibehalten hat, dafs ich der Bequem[lichke]it wegen den scharfen Rand der Quecksilbersäule ablese und [die] Wölbung als constante Gröfse zum mittlern Stande addire, zeigte [...] Zeit zu meinem gröfsten Erstaunen bei einem ungewöhn[lich ...]en, aber bereits vielmal überschrittenen Stande eine völlig [...] Oberfläche. Durch wiederholtes Klopfen und mehrmaliges Os[cilliren] der Säule wurde der Stand im mindesten nicht abgeändert, [...] nach dem daneben hängenden, oft verglichenen Horner'schen [...] 0,25 Lin. höher, als der Rand des Quecksilbers stehn [...]. Nach einigen Stunden war das Barometer etwa eine Linie [...] und die frühere Convexität vollkommen wieder hergestellt. [Seit] dieser überraschenden Erfahrung ist mein Vertrauen auf die [Zuverlä]ssigkeit der übrigens vortrefflichen Barometer bedeutend ver[minde]rt, auch glaube ich bemerkt zu haben, dafs die Barometerröh[ren] durch Capillar-Attraction annehmen, wenn sie anhaltend den [...]enden Sonnenstrahlen ausgesetzt sind.

Astronomische Nachrichten. Jahrg. 1830. N. 190.

malbarometer anzustellen, womit billig jedes gröſsere physikalische Cabinet früher, als mit andern, meistens nur zur Belustigung dienenden Apparaten versehn seyn sollte. Im Ganzen ist jedoch die Abweichung der verschiedenen Barometer von einander so groſs nicht, als man nach den angestellten Betrachtungen fürchten müſste, denn nach den Vergleichungen von SCHÜBLER[1] steht HORNER's Gefäſsbarometer 0,06, FORTIN's Gefäſsbarometer auf dem St. Bernhard 0,02, desselben Gefäſsbarometer auf der Sternwarte zu Genua 0,06, CARLINI's Barometer zu Mailand 0,07 par. Lin. niedriger, als das Normalbarometer von 14,5 Lin. Durchmesser zu Tübingen.

21) Nach den gehaltreichen Untersuchungen von BOHNENBERGER und den Erfahrungen von BESSEL, deren Gewicht noch durch das Zeugniſs von POGGENDORFF[2] erhöht wird, welcher an dem trefflichen Pistor'schen Barometer keineswegs eine constante Gestalt der Quecksilberfläche wahrnahm, indem sie sich vielmehr bald von schöner Wölbung, bald flach und undeutlich in ihren Umrissen zeigte, unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, daſs man die von hartem, wenig Kali enthaltendem Glase gewählten Barometerröhren auskochen müsse; denn ohne dieses Mittel ist die Entfernung von Luft, die sich selbst beim Eingieſsen des Quecksilbers eindrängt, gar nicht möglich. Diese Operation hat jedoch bei weiten Röhren, deren innerer Durchmesssr 6 par. Lin. übersteigt, sehr groſse Schwierigkeiten, insbesondere wenn man sie bis ans obere Ende der Röhren fortsetzen will. BOHNENBERGER kochte den untern Theil seiner Röhre in einer Sandcapelle aus, schob dann über den hervorragenden Theil einen kleinen Ofen, welcher in seiner Axe eine aus Draht geflochtene Höhlung hatte, und kochte so bis ans Ende aus, indem stets bis nahe zum Sieden erhitztes Quecksilber nachgegossen wurde. Dieses Verfahren ist gefährlich und auf jeden Fall abschreckend mühsam, auſserdem aber unsicher, insofern das zugegossene, noch Luft enthaltende oder beim Eingieſsen auffangende Quecksilber, sobald es kälter ist, als das in der Röhre befindliche, durch sein gröſseres Gewicht sogleich herabsinkt und sich dem Sieden entzieht. Das vorgeschlagene Mittel, die zu Gefäſsba-

1 Kastner's Archiv Bd. VII. S. 74.

2 Dessen Annalen XXVI. 453.

rometern bestimmten Röhren länger zu lassen und erst nach dem Auskochen abzuschneiden, ist zwar ausführbar, hat aber sehr grofse Schwierigkeiten; denn einestheils läfst sich eine solche, 6 oder auch nur 3 Lin. weite Röhre überhaupt schwer manipuliren, anderntheils springt sie nur selten so glatt ab, dafs man mit dem Finger die scharfen Ränder verschliefsen und die Oeffnung unter das Quecksilber des Gefäfses bringen könnte; an ein Verschliefsen mit einer Glasplatte ist aber bei so abgesprengten Röhren gar nicht zu denken, weil sie hierzu keineswegs eben genug sind. Vielleicht wäre es am besten, die Röhren vor dem Auskochen am offenen Ende eben zu schleifen, um sie mit einer Glasplatte bedeckt unter die Oberfläche des Quecksilbers zu bringen, wobei man wohlthut, sie möglichst wenig gegen den Horizont zu neigen und dann die Glasplatte von oben herab zu drücken, damit die etwa anhängenden Luftbläschen nicht in die Röhre gleiten, beim Auskochen aber eine weitere Röhre überzuschieben und die Fuge mit etwas Asbest so weit zu verschliefsen, dafs das zu geringer Höhe in das obere Ende aufsteigende Quecksilber nicht durchdringt. Rücksichtlich des Verfahrens beim Auskochen bin ich noch fortwährend der Meinung, dafs das von Repsold empfohlene am vortheilhaftesten sey, nämlich die schräg gehaltene Röhre gleichzeitig ihrer ganzen Länge nach der erforderlichen Hitze auszusetzen, um auf einmal das gesammte enthaltene Quecksilber zum Sieden zu bringen. Sehr weite Röhren könnte man, nach dem gelungenen Versuche von Bohnenberger, im Sande liegend auskochen, was nebenbei den Vortheil gewährt, dafs sie langsamer abkühlen und man daher leichter die schwindende Masse des Quecksilbers durch neu hinzugegossenes zu ersetzen vermag.

22) Der Mechanicus Mauch aus Cöln zeigte bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Bonn der physikalischen Section zwei vorzüglich gut gearbeitete Barometer, die sich dadurch unterschieden, dafs beide Schenkel, der lange und der kurze, inwendig so weit, als das Quecksilber möglicher Weise steigt und fällt, ausgeschliffen und dann wieder polirt waren. Hierdurch soll die Capillarität bedeutend vermindert werden. Die Oberfläche des Quecksilbers zeigten ungefähr eine gleich grofse convexe Wölbung, als in gewöhnlichen Baromentern von 2 bis 2,5 Lin. Weite, allein da das

Glas von der Sorte des harten war, so mufste dieses auch wohl der Fall seyn, und das Mittel verdient vermuthlich Empfehlung, weil es dagegen sichert, dafs nicht an einzelnen Stellen eine ungleich starke Capillarität statt findet.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob die Quecksilberdämpfe im Torricelli'schen Vacuum bei verschiedenen Temperaturen einen Einflufs auf den Stand des Barometers ausüben. Nach dem, was über die Elasticität des Quecksilberdampfes bekannt ist, mufs man dieses verneinen, denn sie beträgt bei 100° C. nach AVOGADRO[1] nur ungefähr 0,01 par. Lin., und aufserdem versichert JAMES HUDSON[2], von PROUT gehört zu haben, dafs dieser in einem heifsen Sommer sein Barometer durch verdampfenden Aether bis zu einer tiefen Temperatur abkühlte, ohne einen andern Unterschied wahrzunehmen, als welcher vom Zusammenziehn des Quecksilbers herrührte. Endlich behauptet DANIELL, die Luft dringe zwischen dem Quecksilber und den Wandungen des Glases allmälig in das Torricelli'sche Vacuum, und er räth dieses durch einen Ring von Platin, welcher im freien Schenkel oder dem Gefäfse des Barometers über dem Rande des Quecksilbers angebracht werden soll, zu vermeiden. Als Beweis für diese Meinung dient ihm, dafs der mittlere Barometerstand nach den Manheimer Ephemeriden von 1787 bis 1792 geringer ist, als von 1781 bis 178[illegible]. Allein ein solcher wachsender Fehler aller Barometer müfste längst entdeckt worden seyn und namentlich findet sich keine Spur davon bei dem bekannten von HERRENSCHNEIDER, welches 32 Jahre zu seinen Beobachtungen gedient hat, auch beweist FLAUGERGUES[3] aus Beobachtungen von 1809 bis 1826, dafs der mittlere Stand des nämlichen Barometers von 27 Zoll 11,136 Lin. auf 27 Z. 11,601 Lin. stieg, was er (wohl schwerlich mit Recht) von der grofsen Menge der durch Verbrennung erzeugten Luft ableitet. Dafs übrigens beim Tragen der Barometer und aufserdem durch häufige Oscillationen des Quecksilbers leicht etwas Luft eindringen könne, läfst sich weder leugnen, noch auch bezweifeln; inzwischen wird dieses, nach meiner unmafsgeblichen Ansicht, durch einen solchen Platin-Ring eher befördert als gehindert.

---

1 Ann. Chim. Phys. 1832. Avr. T. XLIX. p. 369.
2 Philos. Trans. 1832. p. 591.
3 Biblioth. univ. T. XXXVI. p. 273.

23) Zu dem, was über *Wasserbarometer* bereits[1] gesagt worden ist, kann noch hinzugesetzt werden, dafs DANIELL[2] ein solches sehr zweckmäfsig und mit brittischem Luxus verfertigten im Locale der Kön. Societät aufhängen liefs, wo es von 1830 bis 1832 auf ähnliche Art beobachtet wurde, als dieses schon früher auf der Sternwarte zu Paris durch MARIOTTE[3] geschah, um den Gang desselben mit dem eines Quecksilberbarometers zu vergleichen. Die Röhre wurde oben in eine enge verlängert, unten in ein kupfernes Gefäfs gesenkt, welches mit Wasser gefüllt war, um dieses zuerst durch Sieden von der enthaltenen Luft zu befreien und dann nach dem Verschliefsen des Hahns das heifse Wasser durch den Druck der erzeugten Dämpfe in der Röhre empor zu treiben. Nachdem eine hinlängliche Quantität Wasser aus der Oeffnung der kleinen obern Röhre ausgelaufen war, wurde diese mit dem Daumen verschlossen, dem Dampfe unten ein Ausweg geöffnet, und als das Wasser tief genug herabgesunken war, gelang es der Geschicklichkeit NEWMAN's, die obere Röhre mit der Blaslampe zuzuschmelzeu. Mit Anwendung der erforderlichen Correctionen für die Ausdehnung des Wassers durch Wärme und den Einflufs der Capillarattraction ergab eine Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer die Elasticität der in der Torricelli'schen Leere erzeugten Dämpfe, welche durchaus um eine bis 0,125 engl. Zoll im Maximum steigende, im Mittel 0,057 engl. Zoll betragende Gröfse die durch Ure gefundene übertraf. Diese Differenz würde verschwinden, wenn man das spec. Gewicht des Quecksilbers = 13,590 statt 13,624 annähme[4]. Indefs zeigte das Barometer später bedeutende Unrichtigkeiten durch allzustarkes Sinken der Wassersäule, und beim Oeffnen des Gefäfses fand sich, dafs in Folge der Verdunstung des Wassers in demselben und einer Zersetzung der darüber befindlichen Oelschicht Luft in die Röhre gedrun-

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 760.
2 Phil. Trans. 1832. p. 539. London and Edinb. Philos. Magaz. V. p. 387.
3 Mém. de l'Acad. T. I. p. 234.
4 Das spec. Gew. des Quecksilbers ist = 13,59719 (s. *Gewicht* IV. S. 1550.) und es folgt also, dafs die Elasticitäten des Wasserdampfes zwischen 58° bis 74° F. durch Ure zu gering angegeben [worden].

gen seyn mufste[1]. Uebrigens war das Barometer im höchst Grade empfindlich, oscillirte beständig und führte zu dem wic tigen Resultate, dafs die regelmäfsigen täglichen Oscillation denen des Normalbarometers von 0,5 Z. Weite um eine Stun voranseilten, während dieses vor einem gewöhnlichen Bar meter von 0,15 Z. Weite um ein gleiches Zeitintervall vora war. DANIELL folgert hieraus, dafs Unterschiede in den Be stimmungen dieser Perioden auf der verschiedenen Empfind lichkeit der gebrauchten Barometer beruhn, was im Allgemei nen wohl keinem Zweifel unterliegt, wenn gleich der in rur der Zahl angegebene Unterschied wohl noch einer genauer Bestimmung bedürfte. Ein minder kostbares, aus blechen und gläsernen Röhren zusammengesetztes, oben durch ein Hahn verschlossenes und von oben vermittelst eines Tricht zu füllendes Wasserbarometer habe ich im physikalischen Hö saale zu Edinburg gesehn; vielleicht giebt es deren noch a dere, allein sie können aus leicht begreiflichen Gründen d Quecksilberbarometer nicht ersetzen.

24) In einem eigenen Artikel[2] ist das *Differentialba meter* beschrieben und durch v. HORNER wegen seiner Dau haftigkeit als das einzige Werkzeug empfohlen worden, dessen n sich beim Erklimmen der steilsten Felsenspitzen ohne Gef des Zerbrechens bedienen kann. BRANDES[3] dagegen beme dafs es bei erforderlichen genauen Messungen das eigentli Barometer nicht ersetzen könne und nur für minder gen einige Bequemlichkeit gewähre. Seitdem habe ich mich diesem Apparate näher bekannt gemacht und kann daher F gendes darüber angeben. Zuvörderst habe ich dem Instr mente eine bequemere Einrichtung gegeben. Beide Röhren b finden sich auf der durch Kork angeprefsten, selbst auf ein hölzernen Halbcylinder ruhenden Scale in einer messing Röhre, welche nur in der Mitte ganz verschlossen, oben von einer andern, bis zur Hälfte weggeschnittenen äufsern Rö umgeben ist, unten dagegen sind einander gegenüberstch

1 Die Luft war vermuthlich aus dem Wasser entbunden, d ein Wasserhammer mufs 6 bis 12 Stunden anhaltend ausgekocht den., wenn das Wasser ganz luftleer seyn und bleiben soll.

2 S. Art. *Differentialbarometer*. Bd. II. S. 526.

3 S. Art. *Höhenmessung*. Bd. V. S. 326.

Löcher gebohrt, durch welche das Aufsteigen des Queck-
bis an einen um die kürzere verschlossene Röhre ge-
Faden oder Ring beobachtet werden kann. Auch um
Stelle ist eine Röhre als Hülse gelegt, wodurch die bei-
Löcher beim Verpacken verschlossen werden. Will man
Barometer beobachten, so werden beide Hülsen um 180
umgedreht und das Instrument ist so, wie es die Zeich- Fig. 263.
darstellt, mit offener Scale und freien Oeffnungen bei a,
Kuppe des Quecksilbers zu beobachten; beim Ver-
aber dreht man die Hülsen wieder zurück und das In-
zeigt sich als überall verschlossene Röhre von nahe
Dicke. Unten an diese messingne Röhre wird das ei-
Gefäfs nn, mm geschraubt, worin das Quecksilber ver-
eines auf der Schraube s befindlichen Korkes in die
gehoben und in die Röhren geprefst wird. Das für
Transport abgeschraubte Gefäfs wird oben mit einer ei-
Schraube verschlossen, die messingne Röhre dagegen
einer messingnen. Noch ist dabei zu bemerken, dafs die
schlossene Röhre etwas tiefer herabgehn, der sie umgebende
aber so mit Kitt ausgefüllt seyn mufs, dafs das Quecksilber
die verschlossene kürzere Röhre absperrt und die über
befindliche Luft sämmtlich durch die offene Röhre aus-
Es versteht sich dann von selbst, dafs das angegebene
hältnifs $\frac{m}{n}$ ein beständiges und so gewählt sey, dafs die
Röhre und die aufgetragene Scale den dritten Theil der
lichen Länge des Barometers enthalte, wonach dann die
liche Barometerhöhe unmittelbar abgelesen wird.

Der Theorie nach müfste dieses Barometer das Nämliche
, als ein gewöhnliches, abgerechnet dafs es nur den
Theil der Genauigkeit haben kann, weil die Scale drei-
kürzer ist; allein es kommen einige Bedingungen hinzu,
die Fehlergrenze vergröfsern. Zuerst mufs die Höhe
Quecksilbersäule in der verschlossenen Röhre sehr genau
werden, weil ein kleiner Unterschied ihrer Länge
bedeutenden des Barometerstandes nach sich zieht. Die-
Fehler wird am besten dadurch beseitigt, wenn man die
schlossene Röhre nicht zu kurz macht. Zweitens darf die
der verschlossenen Röhre nicht feucht seyn, weil sonst
Compression der eingeschlossenen Luft ein Antheil des

Dampfes niedergeschlagen und dadurch die Barometerhöhe klein gemessen werden könnte. Es ist daher rathsam, ein mit Baumwolle umkleideten Stift von Fischbein in die ve schlossene Röhre zu schieben und diese vor dem jedesmalig Gebrauche herauszuziehn. Werden alle diese Vorsichtsmafsr geln angewandt, verläfst sich ferner der Künstler nicht a seine Abmessungen der Dimensionen, sondern richtet er d Instrument nach einem guten Normalbarometer ab, vermeid der Beobachter den Einflufs der wechselnden Temperatur ur sucht er sich durch einige vorläufige Vergleichungen der e haltenen Gröfsen mit den Eigenthümlichkeiten dieses Appar tes vertraut zu machen, so giebt es Resultate von hinreiche der Genauigkeit. Allerdings wird dieses Barometer das eiger liche, ohnehin leichter zu behandelnde und eine mindeste dreimal kleinere Fehlergrenze zulassende weder ersetzen, no viel weniger verdrängen, allein dennoch verdiente dassel wegen seiner unverwüstlichen Dauerhaftigkeit mehr in G brauch zu kommen, da man so oft mit Betrübnifs liest, d wegen zerbrochenen Barometers die Beobachtungen gerade fehlen, wo man sie am liebsten angestellt wünschen mufs.

25) Wollaston[1] hat ein sinnreich construirtes Instr ment unter dem Namen eines *Differentialbarometers* beka gemacht, welches diesen Namen in Wahrheit verdient. M nimmt den hydrostatischen Gesetzen gemäfs an, dafs das l rometer in Räumen, die nicht durch luftdichte Wände v einander geschieden sind, einen gleichen Stand haben müs weswegen es auch gleichviel ist, ob ein Barometer im ei oder in einem andern Zimmer oder auf einem Gange hän wenn nur in derselben horizontalen Ebene. Ist jedoch Zimmer auf die gewöhnliche Weise verschlossen und findet demselben ein Luftzug durch einen Camin, einen Windof einen Ventilator u. s. w. statt, so wird der Druck der l etwas geringer, ein sehr empfindliches Barometer zeigt se bei ruhiger Luft stete Schwankungen, ebenso wie bei Wind ein Wasserbarometer würde diese noch stärker und ein Ba meter von Weingeist in noch höherem Grade zeigen. Da sol

1 Phil. Trans. 1829. p. 133. Daraus in Poggendorff Ann. 618. und in Edinb. Journ. of Sc. N. XX. p. 354. (Am letzten ohne Zeichnung.)

Apparate höchst unbequem sind, so lassen sie sich leicht durch das angegebene Differentialbarometer ersetzen. Dieses besteht aus einer wenigstens drei Lin. weiten, heberförmig gebogenen, umgekehrten Glasröhre, jeder Schenkel ungefähr 8 Zoll lang. Fig. 264. Die Enden sind in den Boden eines Gefäſses eingekittet, welches durch eine Scheidewand in zwei Theile getheilt zwei abgesonderte Behälter, jeden von etwa zwei Zoll Durchmesser, bildet, deren einer offen oder mit verschiedenen Oeffnungen zum freien Zutritte der Luft versehn, der andere dagegen ganz verschlossen ist. In diesen letzteren, nahe unter dem obern Deckel, ist eine horizontale, etliche Linien weite Röhre eingekittet, die nach Umständen verlängert werden kann. Für den Gebrauch wird in die heberförmige Röhre zuerst Wasser, etwa 2 bis 4 Zoll hoch, gegossen und über dieses Oel bis zu der Höhe, daſs es noch einen Zoll hoch in den Gefäſsen steht, und endlich kann man zum genauern Messen eine Scale anbringen. Wird dann die horizontale Röhre durch eine Thür oder eine Wand so gesteckt, daſs ihre Oeffnung mit einem andern Zimmer oder einem andern Raume in Verbindung steht, als worin sich das Gefäſs befindet, z. B. wenn man die Stärke des Luftzugs in Caminen untersuchen will, so wird der stärkere Luftdruck das Wasser in der heberförmig gebogenen Röhre um einen Schenkel niederdrücken, aber nur um eine Gröſse, deren Maſs der höhere Stand des Oels in dem einen Gefäſse und der Ueberschuſs des Gewichts der Wassersäule über die ihr nachfolgende des Oels abgiebt. Wenn man dem Wasser etwas Weingeist zusetzte, so könnte man die letztere Gröſse dem Verschwinden nahe bringen oder ganz aufheben, wonach also der Apparat einen sehr hohen Grad der Feinheit zuläſst. Das Princip läſst sich auch auf die Construction des Lind'schen Windmessers anwenden.

26) Mit wenigen Worten möge noch das sogenannte *Volum-Barometer* erwähnt werden, welches C. Brunner[1] in Vorschlag gebracht hat. Dasselbe ist ein *Manometer*, vermittelst dessen der Luftdruck aus der Ausdehnung eines eingeschlossenen Luftvolumens nach dem Mariotte'schen Gesetze gefunden werden soll. Inzwischen ist der Apparat schwierig zu construiren, und da er dem *Baroskop* von Prechtl und dem

1 Poggendorff Ann. XXXIV. 30.

Sympiezometer von Adie rücksichtlich der zu erwartende Genauigkeit nicht gleich kommt, die unvermeidlichen Mänge des letzteren aber am gehörigen Orte genügend nachgewiese worden sind, so wird das vorgeschlagene Barometer bei den ge genwärtigen Forderungen der Physik schwerlich unter den phy sikalischen Apparaten eine Aufnahme finden.

27) Da sich das Quecksilber durch Wärme ausdehnt, s erleidet die Länge der Säule desselben im Barometer hierdurcl eine vom Luftdrucke unabhängige Veränderung, welche zu vor corrigirt werden mufs, wenn man die Gröfse des letz tern genau messen will. Die hierzu erforderliche Correctio mit blofser Rücksicht auf die Ausdehnung des Quecksilber ist in einer Tabelle für die metrische Eintheilung der Baro meterscale und die hunderttheilige des Thermometers gegebe Seitdem sind jedoch fast allgemein solche Barometer eingefüh worden, bei denen die messingne Scale vom einen Nivea des Quecksilbers bis zum andern reicht und bei denen dah die Ausdehnung der Quecksilbersäule durch die der messing nen Scale zum Theil wieder aufgehoben wird. Für dies Fall ist angegeben, dafs es genüge, die Correctionsgröfse d Quecksilbers um $\frac{1}{10}$ zu vermindern, weil die Ausdehnung d Messings $\frac{1}{9,5}$ der des Quecksilbers beträgt. Inzwischen i dieses nur dann zulässig, wenn die Scale metrisches Mafs en hält, da die Normaltemperatur des Meters bei 0° genomm wurde, ebenso wie diejenige, worauf man das Quecksilber z reduciren pflegt. Da aber die Normaltemperatur des altfran zösischen Fufses = 13° R. ist, die des englischen aber 55° F so mufs das Quecksilber auf 0°, die Scale aber auf 13° R oder auf 55° F. reducirt werden, wenn man die eigentlich altfranzösischen oder englischen Linien haben will. Die Co rection nämlich für einen Barometerstand = b wird gefund durch die Formel

$$b.\frac{k(t-T)-k'(t-\vartheta)}{1+k(t-T)},$$

worin T die Temperatur, worauf das Quecksilber redu werden soll, ϑ die Normaltemperatur des gebrauchten Mafs t die Beobachtungstemperatur, k und k' aber den Coefficient der Ausdehnung, ersterer des Quecksilbers, letzterer des M

der Scale, bezeichnen. SCHUMACHER[1] hat hiernach Tabellen berechnet, wobei er die Ausdehnung des Quecksilbers zwischen den beiden festen Puncten des Thermometers = 0,018018 und des Messings = 0,0018782 setzt und Kämtz[2] hat gleichfalls eine kürzere Tabelle für altfranzösisches Mafs und eine andere für englisches mitgetheilt. Der Vollständigkeit wegen entlehne ich von Ersterem die eine der grossen Tabellen im Auszuge[3] und von Letzterem die andere. Die bereits[4] mitgetheilte Tabelle kann auch für messingene Scalen gebraucht werden, wenn man von der gegebenen Gröfse der ertheilten Regel gemäfs ein Zehntel abzieht. Normalbarometer mit weiten Röhren und einem sehr grofsen Gefäfse, deren Scale nur des Umfangs weniger Zolle bedarf, haben in der Regel eine kurze Scale am obern Ende des Bretes, woran die Röhre befestigt ist, und da man die Ausdehnung des Holzes durch Wärme als zu gering vernachlässigen kann, so mufs hierfür die Correction der Quecksilbersäule ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Messings nach der einfachen Formel, wonach die Correction = b.k(t — T) ist, angewandt werden. Hierfür ist die im Art. *Barometer* gegebene Tabelle geeignet, wenn die Scale französische Eintheilung hat, und da Beobachtungen solcher Barometer nicht selten sind und deren Correction häufig gefordert wird, so füge ich auch für diesen Zweck eine Tabelle in altfranzösischem Mafse und Graden der achtzigtheiligen Scale bei, weil sich die Centesimalgrade hierauf leicht reduciren lassen.

Der Gebrauch der folgenden Tabellen ist aus ihren Ueberschriften von selbst ersichtlich und so einfach, dafs es kaum einer Erklärung desselben bedarf. Bei der ersten ist die Cor-

1 Astronomische Hülfstafeln Th. I. S. 53. Jahrbuch für 1836. S. 77.

2 Meteorologie Th. II. S. 236.

3 Diese Tabelle für altfranzös. Mafs und Grade nach R. mit Rücksicht auf die Ausdehnung der messingnen Scale hat den Umfang von 26 Z. bis 28 Z. 7 L. Beobachtungen über diese Grenzen hinaus kommen selten vor und in diesen Fällen könnte man die Correction leicht nach Schätzung aus der Tabelle in sehr genähertem Werthe entnehmen.

4 S. Art. *Barometer*.

rection theils additiv, theils subtractiv, wie die überschriebenen Zeichen angeben, und die zur Abkürzung hinzugefügten Differenzen für die Zehntheile der Thermometergarde haben stets mit den eigentlichen Gröfsen gleichen Werth. Wäre also z. B. das Barometer bei 16° R. = 27 Z. 8 L. beobachtet worden, so ist nach der Tabelle der corrigirte Stand = 27 Z. 8 L. — 1,169 L. = 27 Z. 6,831 L.; wären aber 27 Z. 6 L. bei 14°,5 beobachtet worden, so wäre der corrigirte Stand = 27 Z. 6 L. — (1,03 + 5 × 0,0066) = 27 Z. 4,937 Lin. War die Temperatur bei diesem nämlichen Stande — 6°,5 R., so ist der corrigirte Stand 27 Z. 6 L. + (0,299 + 5 × 0,0066) = 27 Z. 6,332 L. Bei der zweiten Tabelle ist die Correction für Grade unter und über 0° R. der Gröfse nach gleich, dem Werth nach entgegengesetzt, und zwar additiv für Grade unter dem Gefrierpuncte des Wassers und subtractiv für Grade über demselben, wie die Zeichen andeuten.

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen nach altfranzösischem Maſs auf 0° R. mit Rücksicht auf die Ausdehnung der messingnen Scale.

R.	26 Z.	.1‴	.2‴	.3‴	.4‴	.5‴	.6‴	.7‴	Δ.0°,1
—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
−14°	.788	.791	.794	.796	.799	.801	.804	.806	.0064
−13	.725	.728	.730	.732	.734	.737	.739	.741	.0063
−12	.662	.664	.666	.668	.670	.673	.675	.677	.0064
−11	.599	.601	.602	.604	.606	.608	.610	.612	.0064
−10	.535	.537	.539	.541	.542	.544	.546	.547	.0063
−9	.472	.474	.475	.477	.478	.480	.481	.483	.0064
−8	.409	.410	.412	.413	.414	.416	.417	.418	.0063
−7	.346	.347	.348	.349	.350	.351	.353	.354	.0064
−6	.283	.284	.285	.286	.286	.287	.288	.289	.0064
−5	.220	.220	.221	.222	.223	.223	.224	.224	.0063
−4	.157	.157	.158	.158	.159	.159	.160	.160	.0063
−3	.094	.094	.094	.095	.095	.095	.096	.096	.0064
−2	.031	.031	.031	.031	.031	.031	.031	.031	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	.0002
−1	.032	.032	.032	.033	.033	.033	.033	.033	.0063
0	.095	.096	.096	.096	.096	.097	.097	.097	.0063
+1	.158	.159	.159	.160	.160	.160	.161	.161	.0064
2	.221	,222	.222	.223	.224	.225	.225	.226	.0063
3	.284	.285	.286	.287	.288	.288	.289	.290	.0063
4	.347	.348	.349	.350	.351	.352	.353	.354	.0063
5	.409	.411	.412	.413	.415	.416	.417	.419	.0064
6	.472	.473	.475	.477	.478	.480	.482	.483	.0063
7	.535	.537	.538	.440	.442	.444	.445	.447	.0064
8	.598	.600	.602	.603	.605	.607	.609	.611	.0063
9	.660	.662	.665	.667	.669	.671	.673	.675	.0063
10	.723	.725	.728	.730	.732	.735	.737	.739	.0064
11	.786	.788	.791	.793	.796	.798	.801	.803	.0063
12	.848	.851	.854	.856	.859	.862	.865	.867	.0063
13	.911	.914	.917	.920	.923	.925	.928	.931	.0063
14	.973	.977	.980	.983	.986	.989	.992	.995	.0063
15	1,036	1,039	1,043	1,046	1,049	1,052	1,056	1,059	.0063
16	1,098	1,102	1,105	1,109	1,112	1,116	1,120	1,123	.0063
17	1,161	1,165	1,168	1,172	1,176	1,179	1,183	1,187	.0063
18	1,223	1,227	1,231	1,235	1,239	1,243	1,247	1,251	.0063
19	1,286	1,290	1,294	1,298	1,302	1,306	1,310	1,315	.0063
20	1,348	1,352	1,357	1,361	1,365	1,370	1,374	1,378	.0063
21	1,410	1,415	1,419	1,424	1,428	1,433	1,438	1,442	.0063
22	1,473	1,477	1,482	1,487	1,492	1,496	1,501	1,506	.0063
23	1,535	1,540	1,545	1,550	1,555	1,560	1,565	1,569	.0063
24	1,597	1,602	1,608	1,613	1,618	1,623	1,628	1,633	.0063
25	1,660	1,665	1,671	1,676	1,681	1,686	1,691	1,697	.0063
26	1,723	1,728	1,734	1,739	1,744	1,749	1,754	1,761	

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen altfranzösischem Mafs auf 0° R. mit Rücksicht auf die dehnung der messingnen Scale.

R.	26″8‴	.9‴	.10‴	.11‴	27 Z.	.1‴	.2‴	.3‴
	+	+	+	+	+	+	+	+
—14°	.809	.811	.814	.816	.819	.821	.824	.826
—13	.744	.746	.748	.751	.753	.755	.758	.760
—12	.679	.681	.683	.685	.687	.689	.692	.694
—11	.614	.616	.618	.620	.622	.624	.626	.627
—10	.549	.551	.553	.554	.556	.558	.559	.561
— 9	.484	.486	.487	.489	.490	.492	.493	.495
— 8	.420	.421	.422	.424	.425	.426	.427	.429
— 7	.355	.356	.357	.358	.359	.360	.361	.363
— 6	.290	.291	.292	.293	.294	.295	.296	.296
— 5	.225	.226	.227	.227	.228	.229	.230	.230
— 4	.161	.161	.162	.162	.163	.163	.164	.164
— 3	.096	.096	.097	.097	.097	.098	.098	.098
— 2	.031	.031	.032	.032	.032	.032	.032	.032
	—	—	—	—	—	—	—	—
— 1	.033	.033	.033	.033	.034	.034	.034	.034
0	.098	.098	.098	.099	.099	.099	.100	.100
1	.162	.163	.163	.164	.164	.165	.165	.166
2	.227	.227	.228	.229	.230	.230	.231	.232
3	.291	.292	.293	.294	.295	.296	.297	.298
4	.356	.357	.358	.359	.360	.361	.362	.363
5	.420	.421	.423	.424	.425	.427	.428	.429
6	.484	.486	.487	.489	.490	.492	.493	.495
7	.549	.550	.552	.554	.556	.557	.559	.561
8	.613	.615	.617	.619	.621	.623	.625	.626
9	.677	.679	.682	.684	.686	.688	.690	.692
10	.742	.744	.746	.749	.751	.753	.755	.758
11	.806	.808	.811	.813	.816	.818	.821	.823
12	.870	.873	.875	.878	.881	.884	.886	.889
13	.934	.937	.940	.943	.946	.949	.952	.955
14	.998	1,001	1,005	1,008	1,011	1,014	1,017	1,020
15	1,06[illegible]	1,066	1,069	1,072	1,076	1,079	1,082	1,086
16	1,127	1,130	1,134	1,137	1,141	1,144	1,148	1,151
17	1,191	1,194	1,198	1,202	1,205	1,209	1,213	1,217
18	1,255	1,259	1,262	1,266	1,270	1,274	1,278	1,282
19	1,319	1,323	1,327	1,331	1,335	1,339	1,343	1,347
20	1,383	1,387	1,391	1,396	1,400	1,404	1,409	1,412
21	1,447	1,451	1,456	1,460	1,465	1,469	1,474	1,478
22	1,510	1,515	1,520	1,525	1,529	1,534	1,539	1,543
23	1,574	1,579	1,584	1,589	1,594	1,599	1,604	1,609
24	1,638	1,643	1,648	1,654	1,659	1,664	1,669	1,674
25	1,702	1,707	1,712	1,719	1,724	1,729	1,734	1,739
26	1,766	1,771	1,776	1,784	1,789	1,794	1,799	1,804

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen nach französischem Maſs auf 0° R. mit Rücksicht auf die Ausdehnung der messingnen Scale.

t	27″4‴	.5‴	.6‴	.7‴	.8‴	.9‴	.10‴	.11‴	Δ.0°,1
−	+	+	+	+	+	+	+	+	+
−14°	.829	.831	.834	.837	.839	.842	.844	.847	
−13	.762	.765	.767	.769	.772	.774	.776	.779	.0066
−12	.696	.698	.700	.702	.704	.706	.709	.711	.0066
−11	.629	.631	.633	.635	.637	.639	.641	.643	.0066
−10	.563	.565	.566	.568	.570	.571	.573	.575	.0066
−9	.496	.498	.499	.501	.502	.504	.506	.507	.0066
−8	.430	.431	.433	.434	.435	.437	.438	.439	.0066
−7	.364	.365	.366	.367	.368	.369	.370	.371	.0066
−6	.297	.298	.299	.300	.301	.302	.303	.304	.0066
−5	.231	.232	.232	.233	.234	.235	.235	.236	.0066
−4	.165	.165	.166	.166	.167	.167	.168	.168	.0066
−3	.098	.099	.099	.099	.100	.100	.100	.101	.0066
−2	.032	.032	.032	.033	.033	.033	.033	.033	.0066
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
−1	.034	.034	.034	.034	.034	.034	.035	.035	.0002
0	.100	.100	.101	.101	.101	.102	.102	.102	.0066
1	.166	.167	.167	.168	.168	.169	.169	.170	.0066
2	.232	.233	.234	.235	.235	.236	.237	.237	.0066
3	.298	.299	.300	.301	.302	.303	.304	.305	.0066
4	.364	.366	.367	.368	.369	.370	.371	.372	.0066
5	.430	.432	.433	.434	.436	.437	.438	.440	.0066
6	.496	.498	.499	.501	.503	.504	.506	.507	.0066
7	.562	.564	.566	.568	.569	.571	.573	.574	.0066
8	.628	.630	.632	.634	.636	.638	.640	.642	.0066
9	.694	.696	.698	.701	.703	.705	.707	.709	.0066
10	.760	.762	.765	.767	.769	.772	.774	.776	.0066
11	.826	.828	.831	.834	.836	.839	.841	.844	.0066
12	.892	.894	.897	.900	.903	.905	.908	.911	.0066
13	.958	.960	.963	.966	.969	.972	.975	.978	.0066
14	1,023	1,026	1,030	1,033	1,036	1,039	1,042	1,045	.0066
15	1,089	1,092	1,096	1,099	1,102	1,106	1,109	1,112	.0066
16	1,155	1,158	1,062	1,165	1,169	1,172	1,176	1,179	.0066
17	1,220	1,224	1,228	1,232	1,235	1,239	1,243	1,246	.0066
18	1,286	1,290	1,294	1,298	1,302	1,306	1,310	1,313	.0066
19	1,352	1,356	1,360	1,364	1,368	1,372	1,376	1,380	.0066
20	1,417	1,422	1,426	1,430	1,434	1,439	1,443	1,447	.0066
21	1,483	1,487	1,492	1,496	1,501	1,505	1,510	1,514	.0066
22	1,548	1,553	1,558	1,562	1,567	1,572	1,577	1,581	.0066
23	1,614	1,619	1,624	1,628	1,633	1,638	1,643	1,648	.0066
24	1,679	1,684	1,689	1,695	1,700	1,705	1,710	1,715	.0066
25	1,744	1,749	1,754	1,760	1,766	1,771	1,776	1,781	.0066
26	1,809	1,814	1,819	1,826	1,832	1,837	1,842	1,847	.0066

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen nach altfranzösischem Maſs auf 0° R. mit Rücksicht auf die Ausdehnung der messingnen Scale.

R.	28 Z.	.1‴	.2‴	.3‴	.4‴	.5‴	.6‴	.7‴	Δ.0°,1
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
—14°	.849	.851	.854	.857	.859	.862	.864	.867	.0068
—13	.781	.783	.786	.788	.790	.793	.795	.797	.0068
—12	.713	.715	.717	.719	.821	.723	.726	.728	.0068
—11	.645	.647	.649	.650	.652	.654	.656	.658	.0068
—10	.577	.578	.580	.582	.583	.585	.587	.589	.0068
— 9	.509	.510	.512	.513	.515	.516	.518	.519	.0068
— 8	.441	.442	.443	.444	.446	.447	.448	.450	.0068
— 7	.373	.374	.375	.376	.377	.378	.379	.380	.0068
— 6	.305	.305	.306	.307	.308	.309	.310	.311	.0068
— 5	.237	.237	.238	.239	.239	.240	.241	.242	.0068
— 4	.169	.169	.170	.170	.171	.171	.172	.172	.0068
— 3	.101	.101	.101	.102	.102	.102	.103	.103	.0068
— 2	.033	.033	.033	.033	.033	.034	.034	.034	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	.0002
— 1	.035	.035	.035	.035	.035	.035	.035	.035	.0068
0	.103	.103	.103	.103	.104	.104	.104	.105	.0068
1	.170	.171	.171	.172	.172	.173	.173	.174	.0068
2	.238	.239	.239	.240	.241	.242	.242	.243	.0068
3	.306	.307	.308	.308	.309	.310	.311	.312	.0068
4	.373	.374	.376	.377	.378	.379	.380	.381	.0068
5	.441	.442	.444	.445	.446	.448	.449	.450	.0068
6	.509	.510	.512	.513	.515	.516	.518	.519	.0068
7	.576	.578	.580	.581	.583	.585	.586	.588	.0068
8	.644	.646	.648	.649	.651	.653	.655	.657	.0068
9	.711	.713	.715	.718	.720	.722	.724	.726	.0068
10	.779	.781	.783	.786	.788	.790	.793	.795	.0068
11	.846	.849	.851	.854	.856	.859	.861	.864	.0068
12	.914	.916	.919	.922	.924	.927	.930	.933	.0068
13	.981	.984	.987	.990	.993	.996	.998	1,001	.0068
14	1,048	1,051	1,055	1,058	1,061	1,064	1,067	1,070	.0068
15	1,116	1,119	1,122	1,126	1,129	1,132	1,136	1,139	.0068
16	1,183	1,186	1,190	1,193	1,197	1,200	1,204	1,208	.0068
17	1,250	1,254	1,258	1,261	1,265	1,269	1,272	1,276	.0068
18	1,317	1,321	1,325	1,329	1,333	1,337	1,341	1,345	.0068
19	1,385	1,389	1,393	1,397	1,401	1,405	1,409	1,413	.0068
20	1,452	1,456	1,460	1,465	1,469	1,473	1,478	1,482	.0068
21	1,519	1,523	1,528	1,532	1,537	1,541	1,546	1,551	.0068
22	1,586	1,591	1,595	1,600	1,605	1,610	1,614	1,619	.0068
23	1,653	1,658	1,663	1,668	1,673	1,678	1,683	1,688	.0068
24	1,720	1,725	1,730	1,735	1,741	1,746	1,751	1,756	.0068
25	1,787	1,792	1,797	1,802	1,809	1,814	1,819	1,824	.0068
26	1,854	1,859	1,864	1,870	1,876	1,882	1,887	1,892	

…elle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen auf …1. ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Scale; Correction in Linien.

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	.070	.140	.210	.281	.351	.421	.491	.562	.632
	.070	.140	.211	.282	.352	.423	.493	.564	.634
	.070	.141	.212	.283	.353	.424	.495	.566	.636
	.071	.142	.213	.284	.355	.426	.497	.568	.638
	.071	.142	.214	.285	.356	.427	.498	.569	.640
	.071	.143	.214	.286	.357	.428	.500	.571	.642
	.072	.143	.215	.286	.358	.430	.501	.573	.644
	.072	.144	.215	.287	.359	.431	.503	.574	.646
	.072	.144	.216	.288	.360	.432	.505	.576	.648
	.072	.144	.217	.289	.361	.434	.506	.578	.650
	.073	.145	.218	.290	.363	.435	.508	.580	.652
	.073	.145	.218	.291	.364	.436	.509	.582	.654
…1	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	
	.073	.146	.219	.292	.365	.438	.511	.584	.656
	.073	.146	.220	.293	.366	.439	.512	.586	.658
	.073	.147	.220	.294	.367	.440	.514	.587	.660
	.074	.147	.221	.295	.368	.441	.515	.589	.662
	.074	.148	.222	.295	.369	.443	.517	.591	.664
	.074	.148	.222	.296	.370	.445	.519	.593	.666
	.074	.148	.223	.297	.372	.446	.520	.595	.668
	.074	.149	.224	.298	.373	.447	.522	.596	.670
	.074	.149	.224	.299	.374	.449	.523	.598	.672
	.075	.150	.225	.300	.375	.450	.525	.600	.675
	.075	.150	.226	.301	.376	.451	.527	.602	.677
	.075	.151	.226	.302	.377	.453	.528	.604	.679
…1	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	
	.076	.151	.227	.303	.378	.454	.530	.605	.681
	.076	.152	.228	.304	.379	.455	.531	.607	.683
	.076	.152	.228	.305	.381	.457	.533	.609	.685
	.076	.153	.229	.305	.382	.458	.534	.611	.687
	.076	.153	.230	.306	.383	.459	.536	.613	.689
	.076	.154	.230	.307	.384	.461	.538	.614	.691
	.077	.154	.231	.308	.385	.462	.539	.616	.693
	.078	.155	.232	.309	.386	.464	.541	.618	.695
	.078	.155	.232	.309	.388	.465	.542	.619	.697
	.078	.156	.233	.310	.389	.466	.544	.620	.699
	.078	.156	.234	.311	.390	.468	.545	.622	.701
…1	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen 0° R. ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Scale; Co rection in Linien.

b	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°
	∓	∓	∓	∓	∓	∓	∓	∓	∓
26″	.703	.772	.843	.913	.984	1,054	1,124	1,194	1,265
1‴	.705	.775	.845	.916	.987	1,057	1,128	1,198	1,269
2‴	.707	.778	.849	.919	.990	1,061	1,131	1,202	1,273
3‴	.709	.780	.851	.922	.992	1,064	1,135	1,206	1,277
4‴	.712	.783	.854	.925	.996	1,067	1,138	1,210	1,281
5‴	.714	.785	.857	.928	.999	1,071	1,142	1,214	1,285
6‴	.716	.789	.859	.931	1,002	1,074	1,146	1,217	1,289
7‴	.718	.790	.862	.934	1,006	1,077	1,150	1,221	1,293
8‴	.720	.792	.865	.937	1,009	1,081	1,153	1,225	1,297
9‴	.723	.795	.867	.940	1,012	1,084	1,156	1,229	1,301
10‴	.725	.798	.870	.943	1,015	1,088	1,160	1,233	1,30
11‴	.727	.800	.873	.947	1,018	1,091	1,163	1,237	1,30
Δ0°,1	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	
27″	.730	.803	.876	.949	1,021	1,094	1,168	1,240	1,31
1‴	.732	.805	.878	.952	1,025	1,098	1,171	1,244	1,31
2‴	.734	.808	.881	.955	1,028	1,101	1,174	1,249	1,32
3‴	.736	.810	.884	.957	1,031	1,104	1,178	1,252	1,32
4‴	.739	.813	.886	.960	1,034	1,108	1,182	1,256	1,33
5‴	.741	.815	.889	.963	1,037	1,111	1,185	1,260	1,33
6‴	.743	.818	.892	.966	1,040	1,115	1,189	1,263	1,33
7‴	.745	.820	.895	.969	1,043	1,118	1,192	1,269	1,34
8‴	.748	.823	.897	.972	1,046	1,121	1,196	1,271	1,34
9‴	.750	.825	.900	.975	1,050	1,125	1,200	1,275	1,35
10‴	.752	.827	.903	.978	1,053	1,128	1,203	1,279	1,35
11‴	.754	.830	.905	.981	1,056	1,131	1,207	1,283	1,35
Δ0°,1	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	
28″	.758	.832	.908	.984	1,059	1,135	1,211	1,287	1,3
1‴	.759	.835	.911	.987	1,062	1,138	1,214	1,290	1,3
2‴	.761	.837	.914	.990	1,065	1,142	1,218	1,294	1,3
3‴	.764	.840	.916	.993	1,069	1,145	1,221	1,298	1,3
4‴	.766	.842	.919	.996	1,072	1,149	1,225	1,301	1,3
5‴	.768	.845	.922	.999	1,075	1,152	1,228	1,305	1,3
6‴	.770	.847	.924	1,002	1,078	1,155	1,232	1,309	1,3
7‴	.773	.850	.927	1,006	1,082	1,159	1,236	1,313	1,3
8‴	.775	.852	.930	1,009	1,086	1,162	1,240	1,317	1,3
9‴	.778	.855	.932	1,012	1,090	1,166	1,244	1,321	1,3
10‴	.780	.858	.935	1,015	1,094	1,170	1,248	1,325	1,4
Δ0°,1	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.007	

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen auf 0° R. ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Scale; Correction in Linien.

	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°
	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +
[illegible]	1,335	1,405	1,475	1,546	1,616	1,686	1,756	1,827	1,898
1'''	1,339	1,410	1,480	1,551	1,621	1,692	1,762	1,833	1,904
2'''	1,344	1,414	1,485	1,555	1,626	1,697	1,768	1,839	1,910
3'''	1,348	1,418	1,490	1,560	1,631	1,702	1,773	1,844	1,915
4'''	1,352	1,423	1,494	1,565	1,637	1,708	1,779	1,850	1,921
5'''	1,357	1,428	1,499	1,571	1,642	1,713	1,785	1,856	1,927
6'''	1,361	1,432	1,504	1,576	1,647	1,719	1,790	1,862	1,934
7'''	1,365	1,437	1,509	1,581	1,652	1,725	1,796	1,868	1,940
8'''	1,369	1,441	1,513	1,585	1,657	1,729	1,802	1,874	1,946
9'''	1,373	1,446	1,518	1,590	1,663	1,735	1,807	1,880	1,952
10'''	1,378	1,450	1,523	1,595	1,668	1,740	1,813	1,885	1,958
11'''	1,382	1,455	1,528	1,600	1,673	1,746	1,818	1,891	1,964
0°,1	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	
27''	1,386	1,459	1,532	1,605	1,678	1,751	1,824	1,897	1,970
1'''	1,391	1,464	1,537	1,610	1,683	1,757	1,830	1,903	1,976
2'''	1,395	1,468	1,542	1,615	1,688	1,762	1,835	1,909	1,982
3'''	1,399	1,473	1,546	1,620	1,693	1,767	1,841	1,915	1,988
4'''	1,403	1,478	1,551	1,625	1,699	1,773	1,847	1,920	1,993
5'''	1,407	1,482	1,556	1,630	1,704	1,779	1,852	1,926	1,999
6'''	1,412	1,486	1,561	1,635	1,709	1,784	1,858	1,932	2,006
7'''	1,416	1,491	1,565	1,640	1,714	1,789	1,863	1,938	2,011
8'''	1,420	1,495	1,570	1,645	1,719	1,794	1,869	1,944	2,018
9'''	1,425	1,500	1,575	1,650	1,725	1,800	1,875	1,950	2,025
10'''	1,429	1,504	1,580	1,655	1,730	1,805	1,880	1,956	2,032
11'''	1,433	1,509	1,584	1,660	1,735	1,810	1,886	1,962	2,038
0°,1	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	
28''	1,438	1,513	1,589	1,665	1,740	1,816	1,892	1,967	2,043
[illegible]	1,442	1,518	1,594	1,670	1,745	1,821	1,897	1,973	2,049
[illegible]	1,446	1,522	1,599	1,675	1,751	1,827	1,903	1,980	2,055
[illegible]	1,450	1,527	1,604	1,680	1,756	1,832	1,909	1,985	2,061
[illegible]	1,455	1,531	1,608	1,684	1,761	1,838	1,915	1,991	2,067
[illegible]	1,459	1,536	1,613	1,689	1,766	1,843	1,920	1,997	2,073
[illegible]	1,463	1,540	1,617	1,694	1,771	1,848	1,925	2,002	2,079
[illegible]	1,467	1,545	1,622	1,700	1,777	1,854	1,931	2,008	2,085
[illegible]	1,471	1,549	1,627	1,705	1,782	1,859	1,937	2,014	2,091
[illegible]	1,476	1,554	1,631	1,710	1,788	1,865	1,942	2,019	2,097
11'''	1,480	1,558	1,636	1,715	1,793	1,871	1,948	2.024	2,103
0°,1	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	

Tabelle zur Reduction des nach englischen Zollen beobachtete
sicht auf die Ausdehnun

F	26″,5	27″	27″,5	28″	28″,5
0°	+0″,0694	+0″,0708	+0″,0721	+0″,0734	+0″,0747
1	.0671	.0683	.0696	.0709	.0721
2	.0647	.0659	.0671	.0683	.0696
3	.0623	.0635	.0647	.0658	.0670
4	.0599	.0611	.0622	.0633	.0644
5	.0575	.0586	.0597	.0608	.0619
6	.0552	.0562	.0572	.0583	.0593
7	.0528	.0538	.0548	.0558	.0568
8	.0504	.0513	.0523	.0532	.0542
9	.0480	.0489	.0498	.0507	.0516
10	.0456	.0465	.0474	.0482	.0491
11	.0433	.0441	.0449	.0457	.0465
12	.0409	.0416	.0424	.0432	.0440
13	.0385	.0392	.0399	.0407	.0414
14	.0361	.0368	.0375	.0382	.0388
15	.0337	.0344	.0350	.0356	.0363
16	.0314	.0319	.0325	.0331	.0337
17	.0290	.0295	.0301	.0306	.0311
18	.0266	.0270	.0276	.0281	.0286
19	.0242	.0247	.0251	.0256	.0260
20	.0218	.0222	.0226	.0231	.0235
21	.0194	.0198	.0202	.0205	.0209
22	.0171	.0174	.0177	.0180	.0183
23	.0147	.0150	.0152	.0155	.0158
24	.0123	.0125	.0128	.0130	.0132
25	.0099	.0101	.0103	.0105	.0107
26	.0075	.0077	.0078	.0080	.0081
27	.0052	.0053	.0058	.0054	.0055
28	.0028	.0028	.0029	.0029	.0030
29	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
30	—.0020	—.0020	—.0021	—.0021	—.0021
31	.0044	.0045	.0045	.0046	.0047
32	.0067	.0069	.0070	.0071	.0073
33	.0091	.0093	.0095	.0097	.0098
34	.0115	.0117	.0120	.0122	.0124
35	.0139	.0142	.0144	.0147	.0149
36	.0163	.0166	.0169	.0172	.0175
37	.0186	.0190	.0194	.0197	.0201
38	.0210	.0214	.0218	.0222	.0226
39	.0234	.0239	.0243	.0247	.0252
40	.0258	.0263	.0268	.0273	.0278

…ometerstandes auf den Gefrierpunct des Wassers mit Rück-
… messingnen Scale.

	26″,5	27″	27″,5	28″	28″,5
41°	—0″,0282	—0″,0287	—0″,0292	—0″,0298	—0″,0303
42	.0306	.0311	.0317	.0323	.0329
43	.0329	.0335	.0342	.0348	.0354
44	.0353	.0360	.0367	.0373	.0380
45	.0377	.0384	.0391	.0398	.0406
46	.0401	.0408	.0416	.0424	.0431
47	.0425	.0432	.0441	.0449	.0457
48	.0448	.0457	.0465	.0474	.0482
49	.0472	.0481	.0490	.0499	.0508
50	.0496	.0505	.0515	.0524	.0534
51	.0520	.0529	.0540	.0549	.0559
52	.0544	.0554	.0564	.0575	.0585
53	.0567	.0578	.0589	.0600	.0610
54	.0591	.0602	.0614	.0625	.0636
55	.0615	.0627	.0638	.0650	.0662
56	.0639	.0651	.0663	.0675	.0687
57	.0663	.0675	.0688	.0700	.0713
58	.0686	.0699	.0713	.0725	.0739
59	.0710	.0724	.0737	.0751	.0764
	.0734	.0748	.0762	.0776	.0790
	.0758	.0772	.0787	.0801	.0815
	.0782	.0796	.0811	.0826	.0841
	.0806	.0821	.0836	.0851	.0867
	.0829	.0845	.0861	.0876	.0892
	.0858	.0869	.0885	.0902	.0918
	.0877	.0893	.0910	.0927	.0943
	.0901	.0918	.0935	.0952	.0969
	.0925	.0942	.0960	.0977	.0995
	.0948	.0966	.0984	.1002	.1020
	.0972	.0990	.1009	.1027	.1046
	.0996	.1015	.1034	.1053	.1071
	.1020	.1039	.1058	.1078	.1097
	.1044	.1063	.1083	.1103	.1122
	.1067	.1087	.1108	.1128	.1148
	.1091	.1112	.1133	.1158	.1174
	.1115	.1136	.1157	.1178	.1196
	.1139	.1160	.1182	.1204	.1225
	.1163	.1185	.1207	.1229	.1251
	.1187	.1209	.1231	.1254	.1276
	.1210	.1233	.1256	.1279	.1302
	.1234	.1257	.1281	.1304	.1328
	.1258	.1282	.1305	.1329	.1353

Tabelle zur Reduction des nach englischen Zollen beobachtet

sicht auf die Ausdehnu

F	29″	29″.5	30″	30″.5	31″
0°	+ 0″,0760	+ 0″,0773	+ 0″,0786	+ 0″,0799	+ 0″,0812
1	.0734	.0747	.0759	.0772	.0785
2	.0708	.0720	.0732	.0744	.0757
3	.0682	.0694	.0705	.0717	.0729
4	.0656	.0667	.0678	.0690	.0701
5	.0630	.0641	.0651	.0662	.0673
6	.0604	.0614	.0624	.0635	.0645
7	.0578	.0587	.0598	.0608	.0617
8	.0552	.0561	.0571	.0580	.0590
9	.0526	.0534	.0544	.0553	.0562
10	.0499	.0508	.0517	.0525	.0534
11	.0473	.0481	.0490	.0498	.0506
12	.0447	.0455	.0463	.0470	.0478
13	.0421	.0428	.0436	.0443	.0450
14	.0392	.0402	.0409	.0416	.0422
15	.0369	.0375	.0382	.0388	.0395
16	.0343	.0349	.0355	.0361	.0367
17	.0317	.0322	.0328	.0333	.0339
18	.0291	.0296	.0301	.0306	.0311
19	.0265	.0269	.0274	.0279	.0283
20	.0239	.0243	.0247	.0251	.0255
21	.0213	.0216	.0220	.0224	.0228
22	.0187	.0190	.0193	.0196	.020[illegible]
23	.0161	.0163	.0166	.0169	.0172
24	.0135	.0137	.0139	.0142	.0144
25	.0109	.0110	.0112	.0114	.0116
26	.0083	.0084	.0085	.0087	.00[illegible]
27	.0056	.0057	.0058	.0059	.00[illegible]
28	.0031	.0031	.0031	.0032	.0031
29	.0004	.0004	.0005	.0005	.0005
30	—.0022	—.0022	—.0022	—.0028	—.0023
31	.0048	.0049	.0049	.0050	.0051
32	.0074	.0075	.0076	.0078	.0079
33	.0100	.0102	.0103	.0105	.010[illegible]
34	.0126	.0128	.0130	.0132	.013[illegible]
35	.0152	.0155	.0157	.0160	.016[illegible]
36	.0178	.0181	.0184	.0187	.019[illegible]
37	.0204	.0208	.0211	.0215	.021[illegible]
38	.0230	.0234	.0238	.0242	.024[illegible]
39	.0256	.0261	.0265	.0269	.027[illegible]
40	.0282	.0287	.0292	.0297	.030[illegible]

Barometerstandes auf den Gefrierpunct des Wassers mit Rück-
der messingnen Scale.

F	29″	29″,5	30″	30″,5	31″
41°	—0″,0308	—0″,0314	—0″,0319	—0″,0324	—0″,0329
42	.0334	.0340	.0346	.0352	.0357
43	.0360	.0367	.0373	.0379	.0385
44	.0386	.0393	.0400	.0406	.0413
45	.0413	.0420	.0427	.0434	.0441
46	.0438	.0446	.0454	.0461	.0469
47	.0464	.0473	.0481	.0489	.0497
48	.0490	.0499	.0508	.0516	.0524
49	.0517	.0526	.0535	.0543	.0552
50	.0543	.0552	.0562	.0571	.0580
51	.0569	.0579	.0588	.0598	.0608
52	.0595	.0605	.0615	.0626	.0636
53	.0621	.0632	.0642	.0653	.0664
54	.0647	.0658	.0669	0680	.0692
55	.0673	.0685	.0696	.0708	.0719
56	.0699	.0712	.0723	.0736	.0747
57	.0725	.0738	.0750	.0763	.0775
58	.0751	.0765	.0777	.0790	.0803
59	.0778	.0791	.0804	.0817	.0831
60	.0804	.0818	.0831	.0845	.0859
61	.0830	.0844	.0858	.0872	.0886
62	.0856	.0871	.0885	.0900	.0914
63	.0882	.0897	.0912	.0927	.0942
64	.0908	.0924	.0939	.0954	.0970
65	.0934	.0950	.0966	.0982	.0998
66	.0960	.0977	.0993	.1009	.1026
67	.0986	.1003	.1020	.1037	.1054
68	.1012	.1030	.1047	.1064	.1081
69	.1038	.1056	.1074	.1091	.1109
70	.1064	.1083	.1101	.1119	.1137
71	.1090	.1109	.1127	.1146	.1165
72	.1116	.1136	.1154	.1174	.1193
73	.1142	.1162	.1181	.1201	.1221
4	.1168	.1189	.1208	.1228	.1249
5	.1194	.1215	.1235	.1256	.1276
	.1220	.1242	.1262	.1283	.1304
	.1246	.1268	.1289	.1311	.1332
	.1272	.1295	.1316	.1338	.1360
	.1298	.1321	.1348	.1365	.1388
	.1325	.1348	.1370	.1393	.1416
	.1351	.1374	.1397	.1420	.1448
	.1377	.1400	.1424	.1448	.1471

28) Es war bereits oben[1] von den *regelmäßsigen t*
chen Oscillationen die Rede, die man damals sehr allge
auch unter höhern Breiten, wahrnahm. Seitdem ist
Problem vielseitig behandelt worden und vorzüglich hat K
sowohl die Thatsache selbst als auch die Ursache derselbe
ner tiefer eingehenden Untersuchung unterworfen[2], wesv
ich das Wesentlichste als Ergänzung hier hinzuzufügen
versäume.

Nach Angabe der französischen Akademiker, welch
peruanische Gradmessung vollführten, galt bisher Goo
den Entdecker dieser periodischen Schwankungen, allein E
STER[3] hat aufgefunden, dafs Dr. BEALE[4] schon 1666 d
hern Stand des Barometers am Morgen und Abend be
und schwerlich dürfte eine frühere Beobachtung dieses
nomens vorkommen. Zuerst fiel dasselbe unter niedern
ten auf, wo der Barometerstand fast stationär ist und
diese in längerer Zeit oft einzige Veränderung der Be
tung kaum entgehn kann. Nach v. HUMBOLDT[5] nahm
her auch VARIN, DES HAYES und DE GLOS 1682 zu
wahr, dafs das Barometer um Mittag etwa 2 bis 4 Lin
der Pater BEZE machte die nämliche Entdeckung im
1690 zu Batavia und Pondichery, BOUDIER im Jahre 1
Chandernagor in Indien, ein unbekannter holländischer
achter aber entdeckte schon 1722 zu Surinam den Wecl
beiden Maxima und Minima binnen 24 Stunden, der
rioden er ziemlich genau angiebt. Zu den bereits an
nen spätern Beobachtern gehören ferner noch THIBA
CHANVALLON 1751 auf Martinique, MUTIS 1761 zu
de Bogota und TRAIL[6] 1785 zu Calcutta; vorzüglich
doch AL. v. HUMBOLDT der erste, welcher die Aufm

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 921.

2 Schweigg. Journ. N. R. Th. XVII. S. 137. XXI. S. 16
Meteorologie Th. II. S. 245 ff.

3 Edinb. Journ. of Sc. N. IV. p. 336.

4 Phil. Trans. N. IX. p. 153.

5 Voyages. T. X. p. 368. Im Auszuge in Edinb. Jour
N. VIII. p. 290. Ausführlich von KÄMTZ in Schweigg. Journ. T
S. 459. Dessen Meteorologie Th. II. S. 244.

6 Asiat. Reas. Calcutta 1790. T. II. p. 442. bei Kä
II. 247.

ihr Physiker auf dieses merkwürdige Phänomen richtete
solche Beobachtungen sowohl selbst anstellte, als auch
leiste, wodurch das demselben zum Grunde liegende Ge-
aufgefunden werden kann. Die Sache ist nämlich so all-
ein und der Unterschied der Barometerstände so auffal-
, dafs das Vorhandenseyn desselben bald erkannt werden
, wenn man die Resultate der während einer längern Zeit
rschiedenen Tageszeiten gemachten Beobachtungen mit
der vergleicht. Soll jedoch die Zeit der Maxima und
ma oder sollen die *Wendestunden* (*heures tropiques*),
n Humboldt sie nennt, genau aufgefunden werden, so
rhaltende stündliche Beobachtungen erforderlich, die an
schon beschwerlich fallen und noch mehr, wenn sie auch
Nacht hindurch fortgesetzt werden. Die zu diesem Pro-
e gehörigen Beobachtungen zerfallen daher in zwei Clas-
erst diejenigen, aus denen blofs im Allgemeinen eine
dität hervorgeht, und zweitens diejenigen, aus denen
öfse und die Gesetze dieser Schwankungen sich auffin-
lassen.

2) Aufser den bereits erwähnten Gelehrten, welche das
iche Schwanken des Barometers beobachtet haben, kön-
ch genannt werden Parrot[1], welcher während seines
gen Aufenthalts zu Mailand wahrnahm, dafs das Baro-
von Morgens 6 Uhr bis 11 Uhr um 1,18 Millim. steige,
5 Uhr wieder falle, gegen Mitternacht wieder steige und
Uhr Morgens wieder falle. Rivero[2] beobachtete das
eter zu Callao vier Tage hindurch stündlich im Juni
wodurch er unverkennbar zwei Maxima und zwei Mi-
fand, das erste Minimum um 4^h von — 0,69 Lin.,
eite um 15^h von — 0,44 par. Lin., die beiden Maxi-
gegen um 10^h und 22^h, jenes von + 0,05, dieses von
551 par. Lin., wonach also der Unterschied des erstern
ßten ist. Auch zu Arequipa unter 16° 19′ S. Br. fand
s[3] auf einer Höhe von 7225 par. F., dafs das Barome-
ischen 8 und 10 Uhr Morgens und zwischen 9 bis 11

1 Reise in den Pyrenäen im J. 1817. S. 199.
2 Astronomische und hypsometrische Grundlagen der Erdbeschreibung von Jabbo Oltmanns. Stuttg. 1831. 8. S. 76.
3 Ebend. S. 87.

Uhr Abends bürgerliche Zeit ein Maximum, dagegen
Uhr Nachmittags und Morgens ein Minimum zeigte.

30) Ungleich wichtiger sind diejenigen Beobachtu
hen, welche längere Zeit fortgesetzt und an mehrern S
des Tages angestellt ein Mittel abgeben, sowohl die Z
Maxima und Minima, als auch die Grösse der Unter
genauer aufzufinden, um dann von diesen sichern Tha
auf die bedingenden Ursachen zu schliessen. Man wei
mit hinlänglicher Gewissheit, dass die beiden Maxima
fähr auf Morgens und Abends um 9 Uhr, die beiden
dagegen auf etwa 3 Uhr Nachmittags und Nachts fallen
stens werden daher die Beobachtungen in diesen Stund
Weglassung der Nacht angestellt und auf diese Weise
man ohne Weiteres die Ueberzeugung, ob sich die S
kungen an dem Beobachtungsorte zeigen, und mindest
nähernd auch die Grösse derselben. Ein genaueres Res
jedoch durch Hülfe der Rechnung zu erhalten. An d
sten, wo nicht an allen Orten zeigt nämlich das Ba
auch unregelmässige Schwankungen und zwar in der
grössere, als die regelmässigen, so dass diese letztern
erstern verschwinden müssen. Nimmt man dagegen
gleichen Tagesstunden gehörige Beobachtungen zusamm
gleichen sich die unregelmässigen Oscillationen aus
regelmässigen kommen zum Vorschein. Fehlen einige
achtungsstunden, so lassen sich die diesen zugehörig
ssen durch eine einfache Interpolation in genähertem
finden, wenn man die Differenz der an zwei Stunde
achteten Barometerstände auf die zwischenliegenden
vertheilt, jedoch darf das Intervall nicht über die Z
eines Wechsels des Maximums und Minimums hina
Es giebt jedoch eine allgemeine Interpolationsmethode,
deswegen so werthvoll ist, weil auch bei der grössten
falt eines Beobachters während der Nacht die Beobac
ausfallen müssen und mindestens nicht eine längere Z
durch angestellt werden können, da man weiss, wel
opferung es den beiden Gelehrten v. HORNER und v.
DORF kostete, auf der Krusenstern'schen Entdeckungsr
che Beobachtungen anzustellen. Ist aber einmal d

1 Vergl. §. 23.

ausgemacht, daſs die Barometerhöhen binnen 24 Stun- zwei Maxima und zwei Minima durchlaufen, so fallen dem Wechsel der Sinus eines ganzen Kreises zusam- und wenn man daher die Tagesstunden als Abscissen ihnen zugehörigen Barometerstände als Ordinaten be- so bildet die durch die Endpuncte der letzteren ge- Linie eine Curve, welche den mittlern Barometerstand Tagsstunde und diesemnach auch die Zeit und Gröſse mäſsigen Oscillationen mit Sicherheit angiebt. Bou- wandte diese Methode an, um den Einfluſs des Mon- das Barometer aus den pariser Beobachtungen aufzu- wie später gezeigt werden soll, Hällström[1] aber ent- dieselbe aus einer ähnlichen von Bessel[2], nannte die *linea sinuum* und wandte sie an, um aus eigenen und Beobachtungen die Zeit und Gröſse der periodischen aufzufinden. Letzteres ist später durch Kämtz Umfange geschehn, auch hat Carlini[3] eine ele- und sehr ausführliche Darstellung dieses Problems gege- Es wird hier genügen, eine kurze Uebersicht davon mit- Nennt man B_m den Barometerstand zu einer be- Zeit = m des Tags, und B den mittleren Barome- so ist

$$= B + u \text{ Sin.} (m . \frac{2\pi}{n} + v) + u' \text{ Sin.} (m \frac{4\pi}{n} + v'),$$

n die Anzahl der Beobachtungsstunden während eines *u* und *u'* beständige Coefficienten, *v* und *v'* Winkel die aus den Beobachtungen entnommen werden. wird nach Sitte der Astronomen vom Mittage an ge- und π bezeichnet den halben Bogen von 180°. Da Beobachtungsstunden 24 sind, so verwandelt sich die For- folgende:

$$B_m = B + u \text{ Sin.} (m . 15° + v) + u' \text{ Sin.} (m . 30° + v').$$

aus den Beobachtungen die Werthe für u und u', v und der Methode der kleinsten Quadrate zu finden, be-

1 Kongl. Vetensk. Acad. Handling. 1826. St. 1. Daraus in Pogg. Ann. VIII. 131.

2 Astronomische Beobachtungen Th. I. S. X.

3 Mem. della Soc. Ital. delle Sc. T. X. Wiener Zeitschr. Th. V.

zeichne man durch die römischen Zahlen 0, I, II, III … vom Mittag an um 0, 1, 2, 3,.. Uhr beobachteten B… terstände und formire dann die Gleichungen

$$12\,u\,\mathrm{Sin.}\,\nu = \begin{cases} (\mathrm{I} - \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} + \mathrm{XXIII})\ \mathrm{Cos.}\ 15^\circ \\ (\mathrm{II} - \mathrm{X} - \mathrm{XIV} + \mathrm{XXII})\ \mathrm{Cos.}\ 30^\circ \\ (\mathrm{III} - \mathrm{IX} - \mathrm{XV} + \mathrm{XXI})\ \mathrm{Cos.}\ 45^\circ \\ (\mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} + \mathrm{XX})\ \mathrm{Cos.}\ 60^\circ \\ (\mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} + \mathrm{XIX})\ \mathrm{Cos.}\ 75^\circ \\ 0 - \mathrm{XII} \end{cases}$$

$$12\,u\,\mathrm{Cos.}\,\nu = \begin{cases} (\mathrm{I} + \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} - \mathrm{XXIII})\ \mathrm{Sin.}\ 15 \\ (\mathrm{II} + \mathrm{X} - \mathrm{XIV} - \mathrm{XXII})\ \mathrm{Sin.}\ 30 \\ (\mathrm{III} + \mathrm{IX} - \mathrm{XV} - \mathrm{XXI})\ \mathrm{Sin.}\ 45 \\ (\mathrm{IV} + \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX})\ \mathrm{Sin.}\ 60 \\ (\mathrm{V} + \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX})\ \mathrm{Sin.}\ 75 \\ \mathrm{VI} - \mathrm{XVIII} \end{cases}$$

$$12\,u'\,\mathrm{Sin.}\,\nu' = \begin{cases} \left\{\begin{matrix} \mathrm{I} - \mathrm{V} - \mathrm{VII} + \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} + \mathrm{XXIII} \end{matrix}\right\} \mathrm{Cos.}\ 3 \\ \left\{\begin{matrix} \mathrm{II} - \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} + \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} + \mathrm{XXII} \end{matrix}\right\} \mathrm{Cos.}\ 6 \\ 0 - \mathrm{VI} + \mathrm{XII} - \mathrm{XVIII} \end{cases}$$

$$12\,u'\,\mathrm{Cos.}\,\nu' = \begin{cases} \left\{\begin{matrix} \mathrm{I} + \mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} + \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} - \mathrm{XXIII} \end{matrix}\right\} \mathrm{Sin.}\ 3 \\ \left\{\begin{matrix} \mathrm{II} + \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} + \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} - \mathrm{XXII} \end{matrix}\right\} \mathrm{Sin.}\ 6 \\ \mathrm{III} - \mathrm{IX} + \mathrm{XV} - \mathrm{XXI} \end{cases}$$

woraus die Werthe von u und u′, ν und ν' gefunden … Um dann die beiden Zeiten der Maxima und Minima … den, bedient man sich der bekannten Differentialgleich…

$$\frac{d\,.\,B_m}{d\,m} = 0 = u\ \mathrm{Cos.}\ (m\,.\,15^\circ + \nu) + 2\,u'\ \mathrm{Cos.}\ (m\,.\,3\ldots$$

---

1 Dieser Ausdruck führt zu einer Gleichung des vierte… Am leichtesten findet man die verlangten zwei Maxima und … nima auf dem Wege des Versuches.

...tz zeigt ferner, daſs man den genauen mittlern Baro-
...stand durch Quadratur der Curve, also durch die Glei-
...g

$$B - \frac{1}{360} u \text{ Cos. } \nu - \frac{1}{720} u' \text{ Cos. } \nu'$$

...n könne, indeſs ergiebt eine Anwendung auf die Baro-
...stände zu Caraccas, wo die Oscillationen sehr groſs sind,
...s vollkommen genügt, für B das arithmetische Mittel
... allen Barometerbeobachtungen zu nehmen, welches nur
...ine verschwindende Gröſse abweicht.

...) Mit Uebergehung der ausführlichen Rechnungen, wel-
... Hällström und noch vollständiger Kämtz mitgetheilt
..., begnüge ich mich, die Hauptresultate hier aufzuneh-
... Von nicht weniger als 23 Orten hat Kämtz die stünd-
...n Barometerbeobachtungen berechnet und daraus folgende
...rsichtlich zusammengestellte Resultate erhalten[1].

---

[1] Die bereits im Art. *Barometer* erwähnten Quellen übergehe
... der Kürze wegen und trage nur die dort nicht genannten

Ort	Breite	Min.	Max.	Min.	Max.	Beobachte
Grofs. Ocean	0° 0′	3^h,91	10^h,02	15^h,66	21^h,55	Horner
Popayan	2 26N.	3,98	10,13	15,84	21,71	Caldas[1]
Ibague	4 28—	3,87	9,97	15,68	21,54	v. Humboldt[1]
St. Fe de Bogota	4 36—	4,01	10,05	15,73	21,52	Boussingault
Payta	5 6S.	3,82	11,04	17,70	20,60	Duperre
Sierra Leone	8 30N.	4,12	10,38	16,06	21,81	Sabine[2]
Cumana	10 28—	4,26	10,58	15,97	21,68	v. Humboldt
Caraccas	10 31—	4,07	10,37	15,77	21,59	v. Humboldt
La Guyara	10 36—	4,00	10,28	15,41	21,24	Boussingault
Callao	12 3 S.	3,70	9,77	15,42	21,40	v. Humboldt
Callao	12 3—	3,92	9,75	15,22	21,83	Rivero[3]
Lima	12 3—	3,37	9,81	15,33	20,93	v. Humboldt
Chittledroog	14 11N.	4,00	10,28	16,47	22,13	Kater[4]
Grofs. Ocean	16 0S.	4,15	10,31	15,97	21,70	Horner
Taiti	17 29—	3,72	9,43	14,97	21,18	Simonof
Gr. Ocean	18 0N.	3,97	10,31	15,64	21,37	Horner
Mexico	19 26—	3,62	11,15	15,40	20,17	v. Humboldt
Calcutta	22 35—	4,67	10,45	15,42	21,84	Balfour
Rio Janeiro	22 54S.	3,92	9,88	15,75	21,76	Dorta[1]
Cairo	30 2N.	4,00	10,75	15,92	21,19	Coutelle
Padua	45 24—	4,39	10,59	16,16	21,96	Chiminello[6]
München	48 8—	4,04	10,03	16,07	22,13	v. Yeli
Halle	51 29—	4,20	10,18	15,37	21,60	Kämtz[7]
Abo	60 27—	4,05	10,15	17,38	23,87	Hällström

Die hier zusammengestellten Beobachtungen sind i sammt von ausgezeichneten und gewissenhaften Gelehrten

1 S. v. Humboldt Voyage T. X. Abgekürzt in Poggendorf XII. 299.

2 Daniell meteorol. Essays. p. 252.

3 J. Oltmann's Grundlagen der Erdbeschreibung. S. 76.

3 V. Zach Corresp. astron. T. VIII. p. 551.

4 Asiat. Reas. T. IV. p. 190.

5 Description de l'Égypte. T. XIX. p. 457.

6 Ephem. Soc. Met. Palat. 1784. p. 280.

7 Aus 4½jährigen Beobachtungen.

gestellt, aber dennoch nicht alle von gleichem Werthe. Wäre es nicht zu schwierig, sie nach ihrem Gewichté zusammenzustellen, so würde dadurch ein sichereres Resultat zu erlangen seyn. Die vorzüglichsten unter allen wegen ihrer Zeitdauer und der auf sie verwandten Sorgfalt sind wohl ohne Widerrede die durch v. HORNER und v. LANGSDORF und die von KÄMTZ angestellten, deren Uebereinstimmung dann die wichtige Folgerung begründet, daſs die Grade der Breite auf die Zeiten der periodischen Schwankungen keinen Einfluſs haben. KÄMTZ findet die für Payta, Mexico und Abo erhaltenen Werthe vom Mittel zu sehr abweichend und erhält, mit Weglassung dieser, im Mittel folgende Zeiten der periodischen Schwankungen:

Minimum um	$4^h,09$ =	4^h	5′
Maximum	10,18 =	10	11
Minimum	15,75 =	15	45
Maximum	21,62 =	21	57.

31) KÄMTZ hat an diese Untersuchungen noch verschiedene so wichtige Betrachtungen geknüpft, daſs ich nicht umhin kann, den wesentlichen Inhalt derselben mitzutheilen, um so mehr, da sie im Ganzen zu dem Resultate führen, daſs das wichtige Problem dieser Schwankungen noch keineswegs in seinem ganzen Umfange bekannt ist, sondern von künftigen, an mehreren verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen noch seine Erledigung erwartet. RAMOND[1] fand eine Abhängigkeit der Wendestunden von den Jahreszeiten, noch auffallender aber gehn diese aus CHIMINELLO's[2] schon früheren Beobachtungen hervor. Nach diesen fällt in Gemäſsheit einer genauen Berechnung

	Winter		Frühling		Sommer		Herbst	
Minimum	3^h	5′	5^h	7′	5^h	18′	5^h	4′
Maximum	9	58	11	21	11	56	11	22
Minimum	16	50	16	6	16	8	16	14
Maximum	22	5	21	58	21	58	22	7.

YELIN's Beobachtungen fallen gröſstentheils in die Wintermonate, und hierin liegt vermuthlich der Grund, daſs das Maximum erst um 22^h 8′ eintritt. Aus den Beobachtungen

---

1 Mém. de l'Inst. 1808. p. 103.

2 Saggio di Padova. T. I. p. 195. T. III. p. 88.

von MARQUÉ VICTOR zu Toulouse erhält BOUVARD[1] für
Maximum im Sommer $20^h\ 10'$, im Winter $21^h\ 30'$. Das
nimum am Morgen, welches nach CHIMINELLO im Som
früher als im Winter eintritt, fällt auch nach FLAUGERGUES[2]
Viviers im Sommer im Mittel auf $15^h\ 30'$, im Winter auf
30'. Am entscheidendsten in dieser Beziehung sind die Be
achtungen von KÄMTZ, welche für die einzelnen Monate
gende Wendestunden geben.

Monat	Minimum	Maximum	Minimum	Maxim
Januar	3,13	9,22	16,48	21,95
Februar	3,75	9,65	16,07	22,05
März	4,46	10,07	15,44	21,94
April	4,91	10,48	14,97	21,58
Mai	5,04	10,91	14,88	21,15
Juni	5,00	11,25	15,06	20,90
Juli	4,96	11,30	15,23	20,98
August	4,88	10,91	15,27	21,27
September	4,57	10,18	15,30	21,56
October	3,99	9,41	15,52	21,71
November	3,32	8,85	15,98	21,75
December	2,95	8,92	16,41	21,85

Mögen hierbei immerhin noch Anomalieen obwalten, die
nur durch länger anhaltende Beobachtungen beseitigen las
so geht doch so viel unverkennbar daraus hervor, dafs
Wendestunden sich im Sommer weiter vom Mittage entfer
als im Winter, und zwar um einen Unterschied, welcher b
ersten Minimum und Maximum volle zwei Stunden betr
Dafs hierauf die höhern Breitengrade einen Einflufs hab
wagt zwar KÄMTZ nicht mit Gewifsheit zu entscheiden, al
es scheint mir dieses aus einigen später zu erwähnenden
obachtungen und ebenso daraus hervorzugehn, dafs der
terschied der Jahreszeiten unter niedern Breiten ganz weg
wie denn auch die Hypothese, welche ich zur Erklärung
ses Phänomens aufstellen werde, hiermit sehr im Einkl
steht.

1 Bibl. univ. T. XLI. p. 280.
2 Ebend. XL. 279.

32) Die barometrischen Oscillationen zeigen eine so grofse Uebereinstimmung, dafs mit Ausschlufs von München und Abo sie sich im Mittel auf folgenden allgemeinen Ausdruck bringen lassen:

$$B_m = B + 0''',1791 \text{ Sin. } (m.15^\circ + 183^\circ 0') + 0''',3573 \text{ Sin. } (m.30^\circ + 154^\circ 34'),$$

welcher dazu benutzt werden kann, den Gang des Barometers für solche Orte zu berechnen, von denen nur einzelne am Tage gemachte Beobachtungen vorhanden sind. Läfst sich dieser Ausdruck als ein allgemeiner betrachten, so ist $u' = 2u$ und man erhält

$$B_m = B + u \text{ Sin. } (m.15^\circ + 183^\circ) + 2u \text{ Sin. } (m.30^\circ + 154^\circ 34'),$$

worin blofs B und u unbekannte Gröfsen sind, die sich aus einigen Beobachtungen auffinden lassen. Kämtz zeigt an einigen Beispielen eine allerdings nicht zu verkennende Uebereinstimmung dieses Ausdrucks mit den Resultaten der Beobachtungen; da aber weder die Jahreszeiten noch die Polhöhen darin berücksichtigt sind, so kann er nicht auf absolute Allgemeinheit Ansprüche machen, und auf jeden Fall können die numerischen Werthe für u und u' nicht allgemein seyn, wie Kämtz übrigens schon in voraus zugesteht. Dürfte man für ausgemacht halten, dafs die Zeiten der Oscillationen, die sogenannten Wendestunden, überall die nämlichen seyen und dafs das Steigen und Fallen des Barometers ganz gleichmäfsig erfolge, so würde es leicht seyn, aus einzelnen Beobachtungen den höchsten, niedrigsten und mittleren Barometerstand irgend eines Ortes aufzufinden. Die letztere Bedingung, nämlich eine regelmäfsige Zunahme und Abnahme, scheint aus den mitgetheilten Beobachtungen allerdings hervorzugehn, jedoch mit einer kleinen Beschleunigung in der Nähe der Wendestunden, allein unter höhern Breiten wirken die unregelmäfsigen barometrischen Oscillationen so störend, dafs sich daselbst von dieser Regel überall keine Anwendung machen läfst und dieses blofs an solchen Orten der äquatorischen Zone geschehn kann, wo das Barometer nur ausnahmsweise zuweilen unregelmäfsige Schwankungen zeigt.

33) Von gleicher Wichtigkeit als die Bestimmung der Zeit dieser period. Oscillationen ist die ihrer *Gröfse*. Die meisten Physiker nehmen hierfür den Unterschied zwischen dem Maximum am Morgen und dem Minimum am Nachmittage, wobei dann noch eine

Vergleichung zwischen diesen Gröfsen und den correspondirenden am Abend und während der Nacht angestellt werden kann. HÄLLSTRÖM nimmt den Unterschied zwischen dem gröfsten Maximum und dem kleinsten Minimum, welche der herrschenden Ansicht nach in die Wendestunden am Morgen und am Nachmittage fallen sollen, KÄMTZ glaubt jedoch, dafs die Beobachtungen noch nicht genügen, um hierüber mit Sicherheit zu entscheiden, und nimmt daher das Mittel zwischen beiden Extremen. Wenn übrigens kein Unterschied zwischen beiden Extremen oder mindestens kein erweislicher aus den Beobachtungen hervorgeht, so führen alle drei Arten auf das nämliche Resultat. Dieses ist insofern wichtig, als von den meisten Orten blofs am Tage angestellte Beobachtungen vorhanden sind, aus denen nur unter dieser Bedingung der mittlere Stand mit absoluter Schärfe zu erhalten ist. KÄMTZ hat sich bemüht, auch hierüber zu einer Entscheidung zu gelangen. Nach RAMOND zeigen die beiden Maxima keinen Unterschied; die Beobachtungen von CHIMINELLO, eine grofse Menge an verschiedenen Orten angestellte, welche BOUVARD[1] gröfstentheils aus handschriftlichen Mittheilungen bekannt gemacht hat, die werthvollen von KÄMTZ und HALLSTRÖM zeigen dagegen entschieden, dafs das Maximum am Morgen etwas gröfser ist, als das am Abend, das Minimum am Nachmittage kleiner als in der Nacht, dafs also beide Extreme am Tage gröfser sind, als während der Nacht, und aus den Beobachtungen unter niederen Breiten geht ebendieses unverkennbar hervor. Sehr schätzbar in dieser Beziehung sind die Resultate, welche die Naturforscher, und unter diesen namentlich LENZ[2], auf der letzten Entdeckungsreise unter Capitain KOTZEBUE erhielten, indem sie zu Cavite auf Lüzon unter 14° 34′ N. B. und 120° 51′ östl. L. von G. ungefähr 6 Toisen über dem Meeresspiegel das Barometer stündlich beobachteten. Hiernach fiel das erste Maximum auf 9^h 1′,1 Morgens, das Minimum auf 4^h 28′,6 Nachmittags, und der Unterschied betrug 1‴,04, dann erreichte das Barometer um 9^h 58′,3 Abends ein zweites Maximum, indem es um 0‴,687 stieg, und ein zweites Minimum Nachts 2^h 30′, von welchem es durch ein 0‴,445 be-

1 Bibl. univ. XLI. 28 u. 280. Daraus in Schweigg. Journ. N. R. XXIX. S. 140.

2 Mém. de Petersbourg. VIme. Sér. T. I. p. 319.

tragendes Steigen wieder zum ersten Maximum überging. Eine Menge von Beobachtungen aus Indien hat Colonel SYKES[1] mitgetheilt, jedoch enthalten dieselben nur die Differenz der Barometerstände zwischen dem ersten Maximum am Morgen und dem ersten Minimum am Nachmittage, welche auch nach seiner Angabe gröfser ist, als die zwischen dem zweiten Maximum und Minimum während der Nacht; die erhaltenen Resultate können daher in der nachfolgenden Tabelle nicht aufgenommen werden, welche den mittleren Unterschied aus beiden Oscillationen enthält. Die Gröfse der Oscillationen war nicht stets gleich, stieg aber nie über 2,1957 par. Lin. und sank nie unter 0,1745. Sie betrug im Mittel aus mindestens einem Jahre zu Dukhun und zu Puhna ungefähr 18° N. B. 1,3128; zu Madras unter 13° 5′ N. B. 0,8895; zu Calcutta unter 22° 35′ N. B. 1,2386; zu Saharumpoor in Hindostan unter 31° N. B. und 1000 engl. F. über dem Meere 1,3512; zu Ava unter 21° 51′ N. B. 1,4187; zu Benares unter 25° 30′ N. B. 1,1823; zu Bombay unter 18° 56′ N. B. 0,8445 und zu Mahabuleshwur in 4500 engl. F. Höhe über dem Meere 0,73077 par. Linien. Nach den Wahrnehmungen von Colonel SYKES behält das Barometer in jenen Gegenden der Regel nach seinen Stand nicht über 45 Minuten bei, sondern geht sofort vom Maximum wieder zum Minimum über und umgekehrt. Unter höhern Breiten kommt hierzu noch ein Unterschied der Jahreszeiten, welcher demnächst gleichfalls untersucht werden soll. BOUVARD[2] hat die mittlern Resultate der Beobachtungen auf dem Observatorium zu Paris aus den Jahren 1816 bis 1827 zusammengestellt, woraus hervorgeht, dafs die Gröfse der Oscillation zwischen 21^h und 3^h in allen Monaten gröfser ist, als die zwischen 3^h und 9^h, im Mittel aber über das Doppelte beträgt, die erstere nämlich 0,756, die zweite 0,373 Millimeter.

34) Ist es gleich schwer, diesen gröfstentheils durch KÄMTZ gesammelten reichen Schatz von Thatsachen noch vermehren zu wollen, so dürfen doch diejenigen Beobachtungen nicht übergangen werden, welche FORBES[3] im Ganzen 4410

1 Philos. Trans. 1835. p. 164 ff.

2 Edinb. Journ. of Sc. N. XVII. p. 72. Wiener Zeitschr. Th. V. S. 122.

3 On the horary oscillations of the barometer near Edinburgh

an Zahl von 1827 an bis 1830 in der Nähe von Edinburg unter 55° 55′ 20″ N. B. und 3° 14′ 22″,5 westl. L. von Greenwich anstellte. Täglich wurden fünf Beobachtungen aufgezeichnet, nach der gewählten Bezeichnung um 4, 8, 10, 20,5 und 22 Uhr, die gebrauchten Barometer waren sehr sorgfältig construirt und für diesen Zweck, wobei es auf die absolute Länge der Quecksilbersäule nicht ankommt, vollkommen genügend, auch das Thermometer, welches noch gröfsere Rücksicht verdient, war von vorzüglicher Genauigkeit. Die auf 0° C. reducirten Barometerstände, nach den (meteorologischen) Jahreszeiten geordnet, waren folgende.

Jahreszeiten	4 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	20 Uhr	22 Uhr
Frühling	29,3438	29,3618	29,3640	29,3651	29,3589
Sommer	29,3715	29,3812	29,3866	29,3896	29,3820
Herbst	29,4286	29,4360	29,4312	29,4378	29,4422
Winter	29,4416	29,4447	29,4425	29,4386	29,4447
Mittel	29,3964	29,4059	29,4061	29,4078	29,4070

Hiernach steigt das Barometer vom ersten Minimum um 4 Uhr bis zum ersten Maximum um 10 Uhr um + 0,0097 Zoll und fällt vom zweiten Maximum Morgens 20 Uhr bis zum ersten Minimum Nachmittags 4 Uhr um — 0,0114. Abgesehn von der geringen Gröfse dieser Schwankung ist es bei diesen genauen Beobachtungen, wenn man sie mit den bisher mitgetheilten vergleicht, sehr auffallend, dafs das zweite Maximum näher bei 20 Uhr, als bei 22 Uhr liegt, da zur ersten Zeit der mittlere Barometerstand gröfser ist. Aus gleichem Grunde liegt das erste Maximum näher bei 10 Uhr als bei 8 Uhr, das erste Minimum aber, das allein beobachtete, mag immerhin übereinstimmend mit andern Orten um 4 Uhr im Mittel fallen.

35) Der *Einflufs der Jahreszeiten* ist nicht zu verkennen indem die Wendestunden in Edinburg, wie zu Halle, im Sommer sich weiter vom Mittage entfernen, als im Winter Forbes zeigt dieses durch folgende Zusammenstellung.

---

cet. 1831. Aus den Edinb. Phil. Trans. besonders abgedruckt. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. N. Ser. N. XII. p. 261.

Jahreszeiten	Morgenperiode		Nachmittagsperiode	
	Stunde	Oscill.	Stunde	Oscill.
Frühling	20	0,0213	10	0,0202
Sommer	20	0,0181	10	0,0151
Herbst	22	0,0136	8	0,0074
Winter	22	0,0031	8	0,0031

Aus diesen Beobachtungen geht also gleichfalls hervor, dafs das Barometer zur Zeit der Wendestunde des Maximums am Morgen höher steht, als am Abend, und zur Zeit der Wendestunde des Minimums am Nachmittage niedriger als in der Nacht, und zwar im Verhältnifs von 1,18 : 1.

Crahay[1] stellte zu Maestricht in den Jahren 1831, 1832 und 1833 stündliche Beobachtungen an, um die eigentliche Zeit des Maximums und des Minimums der Barometerhöhen aufzufinden, und erhielt im Mittel für das erstere 9h,259 Morgens, für das letztere 3h,812 Nachmittags. Rücksichtlich der einzelnen Monate entfernte sich diese Bestimmung für das Maximum im Februar und Juni am meisten vom Mittel und kam weit früher, als in den andern Monaten, dagegen fiel das Minimum in den Monaten April, Mai, Juni, Julius und August viel später, als in den andern Monaten. Dieses führte zu dem Schlusse, dafs in den Sommermonaten vom April bis September inclusive das Maximum früher, das Minimum dagegen später eintrete, als in den übrigen Monaten. Nach genauerer Bestimmung beträgt das Zeitintervall zwischen beiden Oscillationen in jenem Zeitraume 7,6754 und in diesem 5,7227 Stunden. Rücksichtlich der Gröfse der Oscillationen fand Sykes[2] zu Puhna unter 18° N. B. und 1823 engl. F. über der Meeresfläche den Unterschied zwischen dem höchsten Barometerstande am Morgen zwischen 9 und 10 Uhr und am Nachmittage zwischen 4 und 5 Uhr im Juli am geringsten, in den Wintermonaten am stärksten, und ebenso war derselbe zu Mahabuleshwur in 4500 engl. Fufs Höhe im Juni, Juli und August am geringsten, im November dagegen am stärksten. Die Zusammenstellung der vierzigjährigen Beobachtungen zu Genf[3] von 1796 bis 1835 geben die Gröfse der Oscill. in par. Linien

1 L'Institut. 1835. N. 116. p. 345.
2 Philos. Trans. 1835. p. 166.
3 Biblioth. univ. 1835. Dec. p. 453.

im Frühling	Sommer	Herbst	Winter
2,000	2,816	1,804	2,475.

Ebenso unverkennbar ist der Einfluſs der Jahreszeiten, chen FORBES auch aus vierjährigen Beobachtungen der Gesellschaft zu London von 1827 bis 1830 nachweist, w Gröſse der Oscillation

im Frühling	Sommer	Herbst	Winter
0,0237	0,0183	0,0314	0,0148

in engl. Zollen, die jährlichen Mittel aber 0,0227, 0,0 0,0205 und 0,0214 betragen. Hierbei ist die überwieg Gröſse der Oscillation im Herbste auffallend, die entwede einem Fehler oder auf der Kürze der Beobachtungszeit be muſs, obgleich Letzteres nach der Uebereinstimmung der g jährlichen Mittel nicht wahrscheinlich ist. Die längere anhaltend mehrere Stunden täglich durch JAMES HUDSON Standart-Barometer der Londoner Societät angestellten B achtungen bestätigen dieses Resultat vollkommen. Auch zeigte sich das Maximum und Minimum am Morgen f und das am Abend später im Sommer, als im Winter, waren die Variationen um Mittag im Sommer klein, di Mitternacht groſs, im Winter dagegen fand das umgek Verhalten statt. Die gröſste Oscillation ist die, welche N mittags um 4 Uhr eintritt und 0,18 par. Lin. beträgt, di am nächsten kommende ist die des Morgens um 10 Uh Betrage von 0,135 Lin., ihr am nächsten kommt die im ximum am Abend um 11 Uhr, ungefähr von 0,123 Lin., die kleinste ist die des Minimums am Morgen um 4 Uhr nur 0,056 par. Lin. Im Einklange mit den Edinburger Beob tungen geben die von RAMOND[2] zu Clermont angestellten benjährigen nach der Zusammenstellung von KÄMTZ für d

Frühling 0''',476, Sommer 0''',428, Herbst 0''',
Winter 0''',328

in pariser Linien, CHIMINELLO's Beobachtungen zu P geben

Frühling 0''',245, Sommer 0''',255, Herbst 0'''
Winter 0''',219.

Aus den von MARQUÉ-VICTOR zu Toulouse angest

1 Philos. Trans. 1832. p. 575.
2 Mém. de l'Inst. 1812. p. 48.

achtungen folgert Bouvard[1], daſs die Oscillationen am im Winter kleiner sind, als im Sommer, aus den 4½- en Beobachtungen von Kämtz zu Halle geht aber her- daſs die Tagsoscillation vom Mai bis October fast con- und gröſser ist, als die bei Nacht (um 16 und 22 Uhr), daſs die letztere im Winter gröſser ist, als im Sommer, in den Monaten December und Januar sogar gröſser als Tagsoscillation. Die Mittel aus beiden geben für den ling 0,201, Sommer 0,221, Herbst 0,230, Winter 0,194, diesem Uebergewichte im Herbst, wie zu London. Nach haltenden Beobachtungen zu Genf zeigt sich die täg- Variation des Maximums um 9 Uhr Morgens und um 3 Nachmittags meistens umgekehrt im Winter gröſser, als Sommer, jedoch ist dieses nicht immer der Fall und es int kein bestimmtes Gesetz aus den erhaltenen Resultaten vorzugehn[2]. Selbst aus Sibirien stehn uns zwei schätzbare age zu Gebote, welche Kupffer[3] geliefert hat. Hier- beträgt der Unterschied des Barometers um 9 Uhr Mor- und 3 Uhr Nachmittags zu Kasan 0,1675 par. Lin. und nach den Jahreszeiten geordnet

im Frühling	Sommer	Herbst	Winter
0,0554	0,0666	0,033	0,0125,

sonst aber war nur um 9 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags 9 Uhr Abends beobachtet worden, wobei sich eine ge- Oscillation zwischen den beiden ersten Stunden heraus- und ein kleinerer mittlerer Barometerstand um 9 Uhr ds, als um 9 Uhr Morgens. Kämtz findet in diesen hiedenen Resultaten so bedeutende Abweichungen, daſs für unthunlich hält, schon jetzt die Gesetze dieser Phä- ne mit Sicherheit aufzufinden, was übrigens ohne Zwei- möglich seyn würde, wenn wir von vielen Orten so voll- dige und genaue Beobachtungen besäſsen, als womit er diesen Theil der Wissenschaft bereichert hat. Im Gan- t jedoch wohl gewiſs, daſs die regelmäſsigen barome- en Oscillationen auf der nördlichen Halbkugel im Som-

1 Bibl. univ. a. a. O.
2 Bibl. univ. 1835. Avr. p. 408.
3 Poggendorff Ann. XVII. 501.

mer gröfser sind, als im Winter, wobei wegen der meteoro
logischen Abtheilung der Jahreszeiten, wonach März, Apı
und Mai zum Frühling, Juni, Juli und August zum Somme
September, October und November zum Herbst und die fol
genden drei Monate zum Winter gehören, das Maximum d
Sommers sich zum Herbst und das Minimum des Winters sic
zum Frühling hinneigen kann.

36) Den *Einflufs der Höhe* über der Meeresfläche habe
weder Kämtz noch Forbes bei ihren Untersuchungen dies
Problems unberücksichtigt gelassen, aber beiden standen n
die nämlichen wenigen Thatsachen zu Gebote, die sich z
Entscheidung hierüber eignen. Die meisten bisher bekannt g
wordenen Beobachtungen sind nahe über dem Meeresspieg
oder in so geringer Erhebung über denselben angestellt, d
kein hieraus entspringender Einflufs sichtbar wird. Der A
blick der weiter unten mitzutheilenden Tabelle zeigt zwar
das hoch gelegene München einen bedeutenden Unterschi
zwischen der beobachteten und der berechneten Gröfse,
Mexico einen geringern, allein für Königsberg ist derselbe g
fser als für Halle und für Sta. Fé de Bogota ist er sogar e
gegengesetzt. Dennoch aber geht aus den genauen Beoba
tungen auf dem St. Bernhard ein Einflufs der Höhe unv
kennbar hervor, indem dort unter 45° N. B. und in 7068
Höhe nach dem Mittel aus 53 Monaten von 21 Uhr bis 3 U
eine Zunahme der Barometerhöhe von 0''',017 gefunden w
de, wonach die tägliche Oscillation negativ wäre[1]. Nach
Humboldt[2] findet zwischen den Wendekreisen kein Einfl
der Höhe statt, Bouvard[3] will aber in dessen eigenen Beo
achtungen zu Quito und Antisano und in denen von Cald
zu Sta. Fé de Bogota einen solchen wahrgenommen hab
welches Letztere jedoch mit der eben gemachten Bemerku
dafs die dort beobachtete Oscillation gröfser ist, als die
rechnete, nicht übereinstimmt. Sehr genaue und längere
fortgesetzte Beobachtungen, welche Colonel Sykes[4] an v
schiedenen Orten in Ostindien gesammelt hat, zeigen deutl

1 Bibl. univ. XLI. p. 281. Poggendorff Ann. XIII. 151.
2 Voyage T. X. p. 464.
3 Bibl. univ. a. a. O.
4 Phil. Trans. 1835. p. 166.

an der Grenze der tropischen Zone die täglichen periodi-
n Oscillationen weder der Zeit noch der Gröfse nach durch
ge Erhebungen über die Meeresfläche gestört werden;
die beiden Maxima fielen zwischen 9 bis 10 Uhr Vor-
s und zwischen 10 bis 11 Uhr Abends, die beiden Mi-
aber zwischen 4 bis 5 Uhr Nachmittags und 4 bis
Uhr Morgens, und wurden gleichmäfsig wahrgenommen
Dukhun 1800 engl. Fufs über dem Meere und zu Calcut-
und Madras im Spiegel des Meeres, zu Kotgherry auf den
herry-Bergen in 6407 engl. F. Höhe und an der gan-
Westküste von Indien. Auch während der Dauer der
fanden sie statt und selbst Stürme störten sie nicht,
dieses auch nach v. Humboldt[1] in Westindien der Fall
Wird hiernach der Einflufs der Höhe zweifelhaft, so ge-
doch Sykes gleichfalls zu, dafs die Gröfse der Oscilla-
mit der Erhebung über die Meeresfläche im Ganzen ab-
e, denn er fand zu Puhna in 1823 engl. Fufs Höhe die
Oscillation = 0,1166 engl. Z.; zu Mahabuleshwur in
F. Höhe = 0,0694 engl. Z.; zu Hurreechundurghur in
F. Höhe = 0,0969 engl. Z.; zu Kotagherry in 6407
Fufs Höhe = 0,0498 engl. Z. Hier ist also der Einflufs der
allerdings merkbar, jedoch machte Bombay eine seltene
nahme, indem daselbst nahe über dem Meeresspiegel nur
66 engl. Zoll erhalten wurden. Immerhin blieb es aber
elhaft, dafs die Oscillationen auf dem St. Bernhard gänz-
verschwinden sollten, und dennoch stimmte dieses Ergeb-
mit andern auf Schweizerbergen erhaltenen überein, denn
die 14tägigen Beobachtungen von Eschmann auf dem
in 5520 Fufs Höhe führten zu dem Resultate, dafs die
ationen dort nicht statt finden[2], obgleich sie aus den
achtungen v. Horner's zu Zürich und aus denen zu Bern
rkennbar hervorgingen[3]. Auch aus spätern Beobachtun-
auf dem St. Bernhard aus den Jahren 1828, 1829 und
folgerte man die Abwesenheit der periodischen Oscilla-
en[4], obgleich es schien, dafs eine geringe vorhanden sey,
andere Stunden fallen sollte, wodurch dann diese Ab-

1 Relat. Hist. T. VI. P. II. p. 701.
2 Poggendorff Ann. XIII. 152.
3 Bibl. univ. T. XXXVI. p. 310.
4 Poggendorff Ann. XXIII. 119.

weichung von einer allgemeinen Regel wenig Aufklärung
winnen würde. Wenn man jedoch bei den Beobachtu
aus den genannten Jahren die Summe der erhaltenen ne
ven Gröfsen von der Summe der positiven abzieht, so er
sich als Differenz eine tägliche mittlere Oscillation von
par. Lin. und man kann sie daher nicht sowohl fehlend
vielmehr nur ausnehmend gering nennen. Noch weniger
sich ihre Anwesenheit verkennen, wenn man die Resultat
ler Beobachtungen aus den Jahren 1796 bis 1835 zusam
nimmt. Hiernach[1] beträgt die Differenz zwischen 9 Uhr
gens und 3 Uhr Nachmittags im Frühling + 0,05, im
mer 0,31, im Herbst 0,33 und im Winter 0,09 par. Li
dafs also die gewöhnliche Oscillation als wirklich vorh
erscheint. Einen wichtigen Beitrag zur Entscheidung
Frage hat neuerdings Kämtz[2] durch die Vergleichung g
zeitiger Beobachtungen geliefert, welche durch ihn selb
dem Rigi-Culm und durch v. Horner zu Zürich ang
wurden. Diese mit den frühern von Eschmann zusamm
nommen geben für Zürich zwei Minima um 4^h 23′ un
20′ und zwei Maxima um 10^h 42′ und 19^h 40′, die Grö
täglichen Oscillation aber = 0,286 par. Lin. Auf der
stieg das Barometer bis etwa 2^h, sank dann bis 4^h,5
dann wieder bis nach 10^h Abends und sank wieder
Morgens, und hieraus geht also die allerdings vorh
nur etwas verspätete Oscillation unverkennbar hervor.
ähnliches Resultat erhielt Kämtz aus seinen Beobach
auf dem Faulhorn im September 1832, verglichen mit
zeitigen von Horner zu Zürich und Gautier zu Genf
aus ergiebt sich, dafs auf jener Höhe von 8250 Fuf
Maxima um 10^h 36′ und 21^h,00 und zwei Minima um
und 15^h 54′ eintreten, der mittlere Unterschied beide
meterstände aber 0‴,119 beträgt.

37) Kämtz benutzt die auf diese Weise erhalten
fsen, die auf einen seltenen Grad von Genauigkeit die
testen Ansprüche haben und denen zur Begründung
lässiger Folgerungen blofs die längere Zeitdauer abgeh
seiner Ansicht nehmen die Oscillationen mit der H

1 Biblioth. univ. 1835. Dec. p. 459.
2 Poggendorff Ann. XXVII. 345.

[illegible]winden dann und werden negativ; das Verschwinden [illegible] bei um soviel geringen Höhen ein, je kleiner die Os[illegible] an dem gegebenen Orte im Spiegel des Meeres ist. [illegible] dieses Gesetz unter einen analytischen Ausdruck ge[illegible], so sey die in der Höhe statt findende Gröſse der Os[illegible] $= x'$, die im Niveau des Meeres $= x$, und y be[illegible] die Anzahl von Linien, um welche das Barometer in [illegible] der Erhebung über die Meeresfläche sinken muſs, wenn [illegible]cillation $= x'$ werden soll, dann ist

$$x' = x - ay.$$

[illegible] Vergleichung der Oscillations-Gröſse auf dem Rigi [illegible] Faulhorn mit den gleichzeitig zu Zürich und Genf [illegible] ergiebt sich sehr nahe übereinstimmend $a = 0,003694$ [illegible] Rigi und $= 0,003674$ für das Faulhorn, so daſs man [illegible] Mittel $= 0,003684$ als der Wahrheit sehr nahe kommend [illegible] kann. Läſst sich dieses annehmen, so findet man die [illegible], wo die Oscillation aufhört oder $x' = 0$ wird, durch [illegible]mel

$$0 = x - 0,003684 . b,$$

[illegible] irgend einen Barometerstand anzeigt. Unter der Li[illegible] Kämtz die mittlere Gröſse der Oscillation $= 0''',854$ [illegible] Formel: $0 = 0''',854 - 0,003684 . b$ giebt $b = 231$ [illegible]; mithin würde, den mittlern Barometerstand daselbst [illegible] Lin. angenommen, die Oscillation bei einem Barome[illegible] von $337 - 231 = 105$ Linien verschwinden. Die[illegible], ohne Rücksicht auf die Temperatur nach der For-

$$x = 56386,5 \text{ Log. } \frac{B}{b}$$

[illegible], 28536 Fuſs, welche Höhe bekanntlich nicht erreicht

[illegible]) Den *Einfluſs der Breite* auf die täglichen Schwan[illegible] des Barometers, sowohl rücksichtlich der Zeit, als [illegible]lich der Gröſse des Unterschiedes, hat man von An[illegible] wahrgenommen, indem man zuerst glaubte, daſs sie [illegible] niedern Breiten zukämen. Berücksichtigen wir hier [illegible] nur die Gröſse der Schwankung, so geht aus einer [illegible]chlichen Uebersicht des beobachteten Unterschiedes zwi[illegible] dem Maximum und dem Minimum an verschiedenen [illegible] von selbst schon ein den Breitengraden correspondiren-

der Einflufs hervor. Einzelne Beweise hierfür beizubrin
scheint mir überflüssig, da dieselben aus der unten mitgeth
ten Uebersicht in genügender Menge zu entnehmen sind. I
Unterschied ist so auffallend, dafs die Gröfse der Oscillat
nach Forbes zu London sich schon doppelt so grofs ze
als zu Edinburg, und zu Paris fast dreimal so grofs. In d
ser Beziehung sind aber die Beobachtungen unter hohen Br
ten von grofser Wichtigkeit. Es standen hierfür zuerst
diejenigen zu Gebote, welche Parry auf seiner ersten E
deckungsreise vom März bis August 1819 zu Melville u
74° N. B. anstellte und aus denen ein Steigen des Barome
von 0 bis 4 Uhr folgt, welches Daniell[1] zur Unterstütz
seiner Hypothese über dieses Problem benutzte. Forbes
Kämtz bemerken jedoch beide, dafs die Beobachtungen
zu nicht geeignet sind, weil ihnen die Correction für
Temperatur fehlt. Inzwischen ist der mittlere Stand des
rometers in engl. Zoll

um 16 Uhr	= 29″,8666	um 4 Uhr	= 29″,8661
20 —	= 29,8633	8 —	= 29,8708
0 —	= 29,8631	12 —	= 29,8696.

Dafs hiernach das Barometer von 0^h bis 4^h steigt, anstatt
sinken, fällt sogleich auf, nach genauerer Untersuchung fi
aber Hällström

Minimum bei	1^h 19′	Minimum bei	15^h 10′
Maximum —	8 47	Maximum —	18 43.

Auf der zweiten Reise des Capitain Parry wurden die
obachtungen während 6 Monaten vom Nov. 1824 bis A
1825 mit Einschlufs der um 16 Uhr nicht blofs sehr ge
senhaft und mit den geprüftesten Instrumenten angestellt,
dern sie wurden auch alle auf den Gefrierpunct des Wa
reducirt, und geben ganz entschieden negative Oscillatio
nämlich eine Abnahme von 4 Uhr bis 10 Uhr, von 16
bis 22 Uhr und wieder eine Zunahme von 22 Uhr bis 4
Es sind also zwei Maxima und zwei Minima vorhanden,
denen entgegengesetzt, welche unter mittleren und nied
Breiten beobachtet werden. Der gröfste Unterschied fand
schen 16^h und 22^h statt und betrug 0′,0089 engl.

---

1 Meteorol. Essays. T. I. p. 251.

Bei weitem am wichtigsten in dieser Beziehung sind die zwei Jahr und sechs Monate anhaltend fortgesetzten, mit den besten Instrumenten angestellten, gehörig corrigirten und auf 0° C. reducirten Beobachtungen des Capitain Ross[1] zu Felix Harbour unter 70° 0′ N. B. 91° 53′ westl. L. von Greenwich und sie verdienen bei ihrer Seltenheit gewiſs eine ausführlichere Mittheilung. Die Beobachtungen wurden täglich dreimal, um 21^h, 5^h und 12^h angestellt und geben folgende monatliche mittlere Resultate in engl. Zoll.

Monat	21 Uhr	5 Uhr	Mitternacht
Januar	29″,8127	29″,8237	29″,9035
Februar	29,9790	29,9873	29,9743
März	29,9737	29,9730	29,9593
April	29,9793	29,9960	30,0023
Mai	30,1435	30,1425	30,1380
Juni	30,0330	30,0270	30,0100
Juli	29,8915	29,8940	29,8845
August	29,8675	29,8605	29,8450
September	29,8170	29,8295	29,8265
October	29,9565	29,9600	29,9545
November	29,9403	29,9377	30,0935
December	29,9217	29,9250	29,9155
Mittel	29,94132	29,94635	29,95891

Hier zeigt sich eine Oscillation, welche der unter niederen Breiten entgegengesetzt ist, indem das Barometer um 5 Uhr 0″,00503 höher ist, als um 21 Uhr, aber 0″,01256 niedriger, als um Mitternacht. Dieses letztere Maximum ist nicht wohl erklärbar, da ihm nicht füglich ein zweites Maximum um 0 Uhr entgegenstehn kann. Nach den Jahreszeiten geordnet erhalten wir folgende Gröſsen.

Jahreszeiten	21 Uhr	5 Uhr	Mitternacht
Frühling	30,02550	30,03717	30,03320
Sommer	29,93070	29,92717	29,93137
Herbst	29,90460	29,90907	29,95817
Winter	29,90447	29,91200	29,93110

1 Narrative of a second Voyage in Search of a North-West Passage cet. during the years 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833 cet. Lond. 1835. gr. 4. Appendix.

Da bei so genauen und lange anhaltenden Messungen au kleine Werthe von Wichtigkeit sind, so verdient hierbei b achtet zu werden, dafs die negative Oscillation zwischen Uhr und 5 Uhr im Sommer und Herbst wieder positiv i so dafs also der erst mit zunehmender Breite sich zeigen Unterschied der Jahreszeiten, wonach im Ganzen dem Somm die stärksten Oscillationen zugehören, auch hier durch eine Uebergang vom Negativen zum Positiven zum Vorschein komm Die positive Oscillation zwischen 5 Uhr und Mitternacht i bei weitem am stärksten im Herbst, minder stark im Wint und negativ im Frühling. Dieser Umstand scheint mir jedo kaum der Beachtung werth, denn der Ueberblick der einz nen Monate zeigt einen solchen regellosen Wechsel, da damit ein bleibendes Gesetz nicht wohl bestehn kann.

39) Der Einflufs der geographischen Breite auf die Gr fse der Oscillation ist demnach keinen Augenblick zu ve kennen und man kann dieselbe daher als eine Function d Cosinus der Breite betrachten, entweder als eine einfache od als eine zusammengesetzte. Kämtz[1] wählte früher die letzte ebendieses geschah durch Hällström, welcher dafür f genden Ausdruck aufstellte:

$$z = 0,3931 - 2,3536 \operatorname{Cos.} \varphi + 4,5687 \operatorname{Cos.}^2 \varphi,$$

worin z den Unterschied zwischen dem gröfsern Maximum u dem kleinern Minimum in par. Lin. bezeichnet. Bouva betrachtet die Gröfse der Oscillation gleichfalls als eine Fu ction des Quadrats des Cosinus der Breite, führt jedoch s ner Theorie gemäfs einen aus der Temperatur entnommen Coefficienten ein, Kämtz entlehnt die Constanten aus den B obachtungen und erhält hiernach unter der Voraussetzung, d für beide Hemisphären das nämliche Gesetz gilt, den Au druck

$$z = -0''',1491 + 1''',0028 \operatorname{Cos.}^2 \varphi.$$

Forbes erhält auf gleiche Weise in Millimetern, die ich doch, der leichtern Uebersicht wegen, auf par. Linien ducire,

$$z = -0''',1552 + 1''',3389 \operatorname{Cos.}^{\frac{5}{2}} \varphi.$$

Eine Zusammenstellung der beobachteten und nach seiner For berechneten Werthe von Kämtz zeigt eine sehr genaue

1 Schweigg. Journ. N. R. Th. XXIX. S. 157.

…stimmung beider; ich theile diese daher hier mit und …mehre sie um die sonstigen mir bekannt gewordenen Be…chtungen, wobei die nebenstehenden berechneten Werthe …nfalls nach der Formel von Kämtz gefunden worden sind. … von mir hinzugesetzten sind mit einem Sternchen (*) be…chnet.

Orte	Breite			beobachtet	berechnet	Unterschied
Port Jackson[1]	33°	51'	S.	0''',754	0''',542	—0''',212
…Macquarie †	31	26	—	0,430	0,592	+ 0,162
…Janeiro[2]	22	54		0,754	0,702	— 0,052
Port Louis[1] .	20	10	—	0,759	0,732	— 0,027
Port Louis[3]	—	—	—	0,844	0,732	— 0,112
…ai[4]	17	29	—	0,729	0,763	+ 0,034
…olser Ocean[5]	16	0	—	0,688	0,777	+ 0,089
…llao[6] . . .	12	3	—	0,814	0,810	— 0,004
…[6]	12	3	—	1,202	0,810	— 0,392
…upang[1] (Timor)	10	9	—	1,316	0,823	— 0,493
…cension[3] . .	7	55	—	1,080	0,835	— 0,245
…[7] . . .	5	6	—	0,921	0,846	— 0,075
Quito	0	14	—	1,001	0,853	— 0,148
…k[3] . . .	0	2	—	1,302	0,854	— 0,448
…awak[1] . . .	0	2	—	1,160	0,854	— 0,306
…lser Ocean[5]	0	0		0,756	0,854	+ 0,098
…ayan[8] . . .	2	26	N.	0,850	0,852	+ 0,002
…ue[6] . . .	4	28	—	0,851	0,848	— 0,003
… Fé de Bogota[9]	4	36	—	0,889	0,847	— 0,041
…a Fé de Bogota[8]	4	36	—	0,934	0,847	— 0,087
…ra Leone[10]	8	30	—	0,685	0,832	+ 0,147
…ana[6] . . .	10	28	—	0,789	0,821	+ 0,032
…racas[6] . . .	10	31	—	0,960	0,820	— 0,140
Guyara[9] . .	10	36	—	0,839	0,820	— 0,019

1 Fitzcinet nach Ms. bei Forbes.

† Th. Brisbane in J. Oltmann's Grundlagen d. Erdbeschreibung. 97.

2 Dorta.

3 Duperrey Reisen. Nach Forbes.

4 Simonoff.

5 v. Horner und v. Langsdorf.

6 v. Humboldt.

7 Duperrey nach v. Humboldt in Rel. hist. T. X.

… Caldas bei v. Humboldt a. a. O.

… Boussingault bei v. Humboldt a. a. O.

… Sabine.

Orte	Breite	beobachtet	berechnet	Unterschied
Madras . . .	13° 4′ N.	0‴,625	0‴,802	+0‴,177
Chittledroog[11] .	14 11 —	0,733	0,793	+ 0,060
Cavite auf Lüzon[12]	14 34 —	0,863	0,792	— 0,071
Grofser Ocean[5]	18 0 —	0,641	0,758	+ 0,147
Mexico[6] . . .	19 26 —	0,704	0,743	+ 0,039
Calcutta[13] . . .	22 35 —	0,815	0,706	— 0,109
* Berhampoor[14]	24 4 —	0,982	0,687	— 0,295
* Benares[15] . .	25 30 —	1,196	0,668	— 0,528
Cairo[16] . . .	30 2 —	0,683	0,603	— 0,080
* Peking[17] . .	39 54 —	0,815	0,441	+ 0,374
* Marseille[18] . .	43 17 —	0,368	0,382	+ 0,014
* Toulouse[19] . .	43 36 —	0,445	0,377	— 0,068
* Nismes[20] . .	43 50 —	0,435	0,373	— 0,062
* Alais[21] . . .	44 7 —	0,439	0,368	— 0,071
* Orange[22] . .	44 8 —	0,377	0,368	— 0,009
Viviers . . .	44 29 —	0,372	0,361	— 0,011
Padua[23] . . .	45 24 —	0,214	0,345	+ 0,031
* Chambery[24] .	45 34 —	0,445	0,342	— 0,103
* Fort Vancouver[25]	45 38 —	0,675	0,341	— 0,334
Clermont[26] . .	45 47 —	0,346	0,339	— 0,007
* Genf[27] . . .	46 12 —	0,313	0,331	+ 0,018
* Bern[28] . . .	46 57 —	0,399	0,318	— 0,081

11 Kater.

12 Lenz in Mém. de Petersb. VIme Sér. T. I. p. 319.

13 Balfour, Farquhar und Pearce.

14 Russell in Phil. Trans.

15 Prinsep in Phil. Trans.

16 Coutelle.

17 Fuss in Mém. de Petersbourg VI. Sér. T. III.

18 Gambart in Conn. des Temps. Nach Forbes.

19 Marqué Victor in Mém. de l'Acad. de Toulouse. Nach Forbes.

20 Valz, nach Originalbeobachtungen an Forbes mitgetheilt.

21 D'Hombres Firmas desgl.

22 Gasparin desgl.

23 Chiminello.

24 Billiet. Mém. de l'Acad. de Chambery. Bei Forbes.

25 Gairdner in Edinb. Phil. Journ. N. XXXIX. p. 67.

26 Ramond.

27 Aus 40jährigen Beobachtungen von 1796 bis 1835 in Bibl. univ. 1835. Dec. p. 453.

28 Fueter aus zehnjährigen Beobachtungen in Bibl. univ. Nach Forbes.

Orte	Breite	beobachtet	berechnet	Unterschied
*Zürich[29] . .	47° 22′ N.	0‴,390	0‴,311	— 0‴,079
Zürich[30] . . .	47 22 —	0,286	0,311	+ 0,025
München[31] . .	48 8 —	0,213	0,298	+ 0,085
*Strafsburg[32] .	48 35 —	0,297	0,290	— 0,007
Paris[33] . . .	48 50 —	0,242	0,285	+ 0,043
*Carlsruhe[34] .	49 1 —	0,202	0,280	— 0,078
*Heidelberg . .	49 25 —	0,288	0,275	— 0,013
*Mannheim[35] .	49 29 —	0,270	0,274	+ 0,004
*La Chapelle[36]	49 49 —	0,217	0,268	+ 0,051
*Maestricht[37] .	50 51 —	0,253	0,251	— 0,002
Gotha	50 56 —	0,299	0,249	+ 0,050
Halle	51 29 —	0,212	0,240	+ 0,028
*London[38] . .	51 30 —	0,253	0,240	— 0,013
Königsberg[39] .	54 42 —	0,084	0,186	+ 0,102
*Edinburg[40] . .	55 55 —	0,128	0,166	+ 0,038
Christiania[41] . .	59 55 —	0,230	0,103	— 0,127
Abo[42]	60 27 —	0,113	0,095	— 0,018
*Felix Harbour[43]	70 0 —	—0,056	- 0,032	— 0,024
*Port Bowen[40]	73 15 —	—0,100	—0,066	— 0,034

Wenn man berücksichtigt, wie weit die hier angegebenen beobachteten Gröfsen von absoluter Genauigkeit entfernt seyn müssen, da verschiedene derselben nur kurze Zeit ange-

29 v. Horner aus einjährigen Beobachtungen, ebend.

30 v. Horner aus 29tägigen Beobachtungen, berechnet durch Kämtz in Poggendorff Ann. XXVII. 347.

31 v. Yelin.

32 Herrenschneider in seinem jährlichen Résumé des observations météorologiques. Das Mittel aus den Unterschieden zwischen Morgen, Mittag und Abend.

33 Bouvard.

34 Eisenlohr. Unterschied zwischen Mittag und Abend, ist also zu klein.

35 v. Heiligenstein aus zweijährigen Beobachtungen.

36 Nell de Bréauté aus achtjährigen Beobachtungen an Forbes mitgetheilt.

37 Crahay aus neunjährigen Beobachtungen. Bei Quetelet.

38 Royal Soc. in Phil. Trans. Nach Forbes.

39 Sommer.

40 Forbes a. a. O.

41 Hansteen Magazin for Naturvidenskaberne 1824. Heft 2.

42 Hällström.

43 Ross in Narrative of a Second Voy. App.

stellt wurden, nicht alle Beobachter die nämlichen Perio
innehielten und auch der gewissenhafteste zufällige Abl
tungen nicht vermeiden kann, ja da sogar Beobachtungs-
Rechnungsfehler eben wegen der Leichtigkeit der Aufgabe
schleichen können, so mufs man die genaue Uebereinst
mung der beobachteten und der berechneten Werthe wahr
überraschend finden, und es geht auf jeden Fall hieraus h
vor, dafs das Gesetz der mit zunehmenden Breiten abn
menden Gröfse dieser barometrischen Oscillation füglich d
die angegebene einfache Formel ausgedrückt werden kö
Wollte jemand die vorzüglichern Beobachtungen nach ih
Gewichte ordnen und dann aus ihnen die Constanten der
mel bestimmen, so liefse sich auf diesem Wege zu ei
genauern Ausdrucke gelangen, allein es scheint mir di
nicht einmal des erforderlichen Aufwandes von Zeit und M
werth zu seyn, da ich glaube, dafs genügende Thatsa
zur Begründung einer Erklärung dieses Phänomens vo
den sind.

40) Die Ursache dieser regelmäfsigen Schwankungen
Barometers suchte man zuerst in einer wechselnden Ebbe
Fluth der Atmosphäre, derjenigen ähnlich, welche beim
ser wahrgenommen wird; allein der gänzliche Mangel des
sammenfallens derselben mit der täglichen Culmination des
des zwingt sofort hiervon zu abstrahiren. Desto auffalle
ist der Zusammenhang dieser Oscillation mit dem tägli
Laufe der Sonne, und da man nicht füglich auf eine A
hung dieses Weltkörpers gegen die Atmosphäre, als Ur
des Phänomens, schliefsen kann, weil sonst der Mond
noch stärkere Wirkung hervorbringen müfste, so war es
türlich, zur Erwärmung durch dieselbe seine Zuflucht zu
men. Schon Bouguer[1] äufserte diese Hypothese; La P
fand sie wahrscheinlich[2], ohne sie jedoch deutlich zu
wickeln, weil ihm das Problem für die Analyse zu sc
schien[3]; am ausführlichsten hat Ramond[4] dieselbe beha

---

1 Monatl. Corresp. Th. XXI. S. 218.

2 Bouvard in Bibl. univ. T. XLI. p. 284. Ann. Ch. Ph. X
p. 280.

3 Vergl. E. Schmidt math. u. phys. Geographie. Th. II. S.

4 Mém. de l'Inst. 1808. p. 108. Vergl. G. G. Schmidt Han
Lehrbuch d. Naturlehre. Giefs. 1826. S. 180.

[...]n er berücksichtigt vorzüglich das Höherwerden der Atmosphäre durch die Erwärmung, das hierdurch bewirkte Ab[...]en der höhern und das Herbeiströmen der seitwärts be[...]chen Luftschichten, woraus jedoch, ohne künstliche Mit[...]anzuwenden, zunächst ein Steigen des Barometers zur Zeit [...] Culmination der Sonne folgen würde, auch geht der dop[...] Wechsel vom Maximum zum Minimum keineswegs un[...]bar daraus hervor. CARLINI[1] nimmt an, das Phänomen [...] durch zwei vereinte Ursachen, die Erwärmung und die [...]ung durch die Sonne, bewirkt. DANIELL[2] sieht nicht [...] die Wärme unmittelbar, als vielmehr die hierdurch er[...]n Luftströmungen, namentlich das Abfliefsen der er[...]en obern Luftschichten in der heifsen Zone und das [...]strömen der kälteren Luftmassen aus den Polargegenden, [...] Ursache dieser Schwankungen an[3], insofern der Stand des [...]ers gleichbleibend seyn mufs, so lange diese Strömun[...] regelmäfsig statt finden, aber in Schwankungen geräth, [...] sie durch partielle Erwärmungen gestört werden. Da [...] regelmäfsigen Erwärmungen zunächst unter dem Aequa[...] finden, so mufs die Gröfse der Oscillationen hier am [...]en seyn, allmälig mit den höhern Breitengraden abneh[...] und zuletzt negativ werden, wofür DANIELL einen Be[...] in den von PARRY auf Melville beobachteten ungekehr[...] Schwankungen findet. Inzwischen erklärte sich sehr bald [...]rz[4] gegen diese Hypothese, da sich eine so regelmäfsige [...]g dieser Strömungen kaum vorstellen läfst, deren Da[...]nach v. HUMBOLDT[5] überall noch nicht genügend be[...] worden ist. BOUVARD[6] betrachtet die Oscillationen als [...]olge der Erwärmung insoweit, dafs sogar die Gröfse

[1] Mém. della Soc. Ital. delle Sci. T. X.
[2] Meteorol. Essays. T. I. p. 251.
[3] Eigentlich ist LESLIE mit dieser Hypothese vorangegangen, in[...] in der Encyclopaedia Britannica die Ursache in einer Centri[...]bewegung findet, welche die Luftströmungen durch den Um[...]g der Erde erhalten sollen, DANIELL widerlegte diese Theorie, [...] aber sucht sie modificirt zu vertheidigen. Edinb. New Phil. [...] N. VII. p. 107.
[4] Schweigg. Journ. N. R. Th. XV. S. 169.
[5] Voyage. T. X. p. 464.
[6] Bibl. univ. T. XLI. p. 284. Schweigg. Journ. Th. LIX. S. 129. [...]ÄMTZ.

derselben dem Unterschiede der Temperatur proportional s
soll. Diesem giebt er für dieselbe den Ausdruck

$$m' = m \frac{t}{t'} \text{Cos.}^2\varphi,$$

worin m die unter dem Aequator, m' die unter der Breit
statt findende Aenderung des Barometers von 21^h bis 3^h, t
mittlere Temperatur an dem gegebenen Orte zu dieser Z
t' die unter dem Aequator (im Mittel = 30° C.) seyn s
Inzwischen zeigen KÄMTZ und FORBES sehr überzeugend
Ungenügende dieses Ausdrucks, da hiernach die Schwank
verschwinden müſste, wenn t = 0 wird, und für Tempe
ren unter 0° C. negativ seyn würde. Der Gegensatz mü
sich demnach unter höhern Breiten schon in kalten Win
zeigen, wovon jedoch KÄMTZ in den Wintermonaten von 1
auf 1830 keine Spur wahrnahm.

41) Bei weitem die gründlichsten Untersuchungen ü
die Ursachen dieser periodischen Oscillationen hat DOVE[1]
gestellt und dabei die zu Apenrade 10mal des Tages gem
ten einjährigen Beobachtungen des Barometers, Thermom
und Hygrometers zum Grunde gelegt. Nach seiner ins K
gefaſsten Ansicht ist der Druck auf das Quecksilber im B
meter ein zusammengesetzter aus dem der trocknen Luft
des Wasserdampfes; bei steigender Wärme vermindert sich
Dichtigkeit der Luft, die Verdampfung steigt dagegen, b
Aenderungen wirken einander entgegen, und man muſs
daher von einander getrennt betrachten, um zu dem Res
zu gelangen, daſs ein Uebergewicht der einen Wirkung
die andere vorhanden und der Zeit sowohl als auch der G
ſse nach den Beobachtungen angemessen sey. Durch eine
gante Berechnung beider Ursachen gelangt man allerdings
einem der Erfahrung nahe kommenden Resultate, allein
deutende Gegengründe scheinen dennoch zu hindern,
Hypothese für genügend zu halten.

1) Ein Hauptargument liegt in der Vorstellung, die
uns von der Wirkungsart dieser Ursachen bilden. Aller
vermindert die Temperatur-Erhöhung die Dichtigkeit der
sie erhöht aber um ebensoviel ihre Elasticität, wenn nicht
gleich ein Abflieſsen derselben statt findet, und dieses läſst

1 Poggendorff Ann. XXII. 219.

nicht sogleich und ohne Weiteres annehmen, weil die umgebenden Luftschichten nicht sofort ausweichen und auch das Aufsteigen eine gewisse Zeit erfordert, um so mehr als die Erwärmung am stärksten zunächst über der Erdoberfläche statt findet, wo auch die Dampfbildung ihren Sitz hat.

2) Man kann die Wirkung des Wasserdampfes derjenigen, die durch die Luft hervorgebracht wird, nicht entgegensetzen, denn der schon gebildete, als solcher in der Luft vorhandene Dampf erleidet die nämliche Veränderung, welche die trockne Luft trifft; die Wirkung beider ist daher eine gemeinschaftliche und selbst auch der neu erzeugte Dampf vermehrt, bei hinderndem Abflusse, die Menge der auf das Quecksilber drückenden Flüssigkeiten. Obgleich daher das specifische Gewicht der Luft durch Erwärmung und Dampfbildung geringer wird, so wächst dennoch unter den vorhandenen Bedingungen ihr absoluter Druck gegen das Quecksilber im Barometer.

3) Wenn die Temperaturerhöhung die Wirkung, auch durch zwei verschiedene und abgesonderte Potenzen, hervorbringt, so kann es bei einem einzigen täglichen Wechsel der Wärme vom Maximum zum Minimum schlechthin nur eine einzige barometrische Oscillation vom höchsten zum niedrigsten Stande binnen 24 Stunden geben. Dieses letztere Argument ist nach meiner Ansicht so einleuchtend, dafs ich schon deswegen allein dieser mit grofsem Scharfsinn durchgeführten Theorie, so wie sie gegeben ist, nicht beitreten kann, sondern lieber versuchen will, eine andere, diesen Umstand berücksichtigende Hypothese aufzustellen.

42) Dafs die täglichen Oscillationen von der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen herrühren, geht aus ihrer Betrachtung unmittelbar hervor, und die vollständige Erklärung derselben scheint mir sogar nicht einmal schwierig zu seyn, wenn man nur folgende drei Bedingungen gehörig berücksichtigt.

a) Die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen trifft gleichmäfsig das halbe Luftsphäroid ganz, mufs daher auch dieses ganz afficiren, und zwar wird nicht blofs die trockne Luft, sondern auch der in ihr enthaltene Wasserdampf erwärmt, beide werden ausgedehnt, wirken mithin gemeinschaftlich und in dem nämlichen Sinne.

b) Man darf die hierdurch bewirkte Ausdehnung neb
deren Folgen nicht für sich allein betrachten, sondern m
Rücksicht auf die Trägheit der in Bewegung kommenden Ge
sammtmasse.

c) Vor allen Dingen ist zu berücksichtigen, dafs jed
Masse einer Flüssigkeit, sobald sie einmal in Bewegung geset
worden ist, diese von selbst wellenartig regelmäfsig wiederhol
Wenn daher die Erde plötzlich still stände (dieses Aufhöre
ihrer Rotation einmal ohne weitere Folgen als möglich ange-
nommen), so würden die barometrischen Oscillationen noc
eine Zeit lang regelmäfsig fortdauern und erst nach allmäl
ger Abnahme gänzlich aufhören, wie die Wellen des Ocea
nach einem in Windstille übergehenden Sturme. Dafs dies
Gesetz nicht blofs auf Wasser und sonstige tropfbare Flüssi
keiten, sondern auch auf die Luft Anwendung leide, beda
wie ich glaube, keines Beweises.

Denken wir uns diesemnach die ganze Atmosphäre d
Erde als ruhend und die Erwärmung derselben, mit Au
schlufs dieser Einwirkung auf die untere Erdhälfte, auf d
obern beim Aufgange der Sonne anfangend, so mufs die L
hier ausgedehnt werden und einen vermehrten Druck auf d
Barometer ausüben. Das Steigen des Barometers mufste a
für irgend einen gegebenen Ort um 18^h anfangen; dafs
schon um 16^h beginnt, liegt in einer Verspätung der G
sammtperiode, wie sogleich gezeigt werden soll. Die
wärmte Luft wird demnach anfangen sich auszudehnen, all
diese nach allen Seiten hin beginnende Ausdehnung wi
durch die Trägheit der in Bewegung zu setzenden Masse g
hindert, die nicht anders als allmälig überwunden werd
kann. Ist diese aufsteigende Bewegung einmal eingeleitet,
wird sie auf gleiche Weise fortdauern, demnächst ein Ueb
gewicht über die Ausdehnung erhalten und das Barometer m
wieder sinken, bis es sein Minimum erreicht, worauf da
wenn auch diese Oscillation über den Zustand des Gleichg
wichts hinausgerückt ist, die entgegengesetzte beginnt, glei
falls ihr Maximum erreicht, und das zweite tägliche Ma
mum des Barometerstandes erzeugt die Erwärmung, und
hierdurch verursachte Schwankung läuft seit Jahrtausenden
gelmäfsig um unsere Erde, auf der abgewandten Seite
Erde entstehn daher die nämlichen Wellen, die sich der

gengesetzten Erdhälfte mittheilen, theils wegen des innigen Zusammenhanges der ganzen Atmosphäre, theils und hauptsächlich in Folge der einmal erregten und daher auch fortschreitenden Wellenbewegung. Die wirkende Ursache, die Erwärmung der Atmosphäre, welche auch Kämtz als das eigentlich Bedingende betrachtet, trifft zunächst diejenigen Schichten, welche die Oberfläche der Erde berühren, und ist hier am stärksten in ihrer Wirkung, theils wegen der Erhitzung des Bodens, theils wegen der Dampfbildung, theils weil die untere Luft in diesen untersten Schichten durch die Sonnenstrahlen am stärksten erwärmt wird. Von hier aus beginnt die Bewegung, wird allmälig in gröfsere Höhen fortgepflanzt, wo die dünnere Luft an der Erwärmung einen nur geringen und endlich einen blofs verschwindenden Antheil nimmt; es muss daher eine Grenze geben, wo die Oscillation wegen der zu dieser fortschreitenden Bewegung erforderlichen Zeit aufhört, und über diese Grenze hinaus mufs die Oscillation negativ werden. Die oben erwähnten sinnreichen Folgerungen, welche Kämtz aus seinen Beobachtungen auf dem Rigi und Faulhorn abgeleitet hat, sind also theoretisch vollständig begründet. Ferner aber ist die Ursache der Oscillation und auch ihre Wirkung unter der Linie am stärksten und nimmt nach den Polen hin ab, um so mehr, als sich die Erwärmung zur Winterzeit nur bis zum Polarkreise der zugehörigen Halbkugel, auf der entgegengesetzten aber über den Pol hinaus bis zu der nämlichen Grenze erstreckt. Wollten wir annehmen, dafs die Enden der grofsen Welle sich bis ganz zu den Polen hin erstreckten, so würden dort die Spitzen der Wellenberge und der Wellenthäler zusammentreffen, sie müfsten sich einander zurückstofsen und vernichten; hieraus entsteht nothwendig nicht sowohl ein Zustand der Ruhe, als vielmehr eine sich bis auf einige Breitengrade in die Polarzone erstreckende entgegengesetzte Oscillation. Diese, die sich in der Erfahrung wirklich findet, ist also durch die eben genannte, seit Jahrtausenden bestehende Ursache erzeugt, oder, was mir wahrscheinlicher dünkt, sie beruht auf einem ähnlichen Grunde, als welcher die Umkehrung der Oscillationen in grofsen Höhen herbeiführt. Sobald nämlich die Enden der grofsen Welle sich nicht bis zu den Polen hin erstrecken können, mufs die in das Wellenthal vom Pole her eindringende

Luft aufgehäuft werden, sich ansammeln und somit allm
aus gleichen Gründen eine auf die Polarzone beschränkte
gegengesetzte Oscillation annehmen.

Diese Hypothese ist den sicher ausgemittelten Thatsa
so sehr angemessen, dafs es kaum erforderlich scheint, d
noch weiter im Einzelnen darzuthun. Wollte man die W
kung von der Erwärmung allein und unmittelbar ableiten,
müfste die Oscillation in der gemäfsigten Zone im Som
gröfser seyn, als unter dem Aequator, weil die Erwärm
dann gröfser ist; dieses findet jedoch nicht statt, viel
zeigt sich nur ein angemessener Einflufs der gröfsern Son
höhen darin, dafs die Schwankungen im Sommer etwas
fser und dafs die beiden am Tage dann etwas weiter
Mittage abstehend sind, als im Winter. Die Abnahm
Oscillation mit zunehmender Breite endlich liegt so in der
tur der Sache, dafs sie keiner weiteren speciellen Erkl
bedarf.

43) Die zweite wichtige Frage, nämlich welcher m
Barometerstand den verschiedenen Orten der Erde zug
und welchen Einflufs die Grade der Breite hierauf habe
im Art. *Barometer* gleichfalls erörtert worden. Es wurde
stillschweigend angenommen, dafs in dieser Beziehung bl
Breitengrade zu berücksichtigen seyen, indem die Torr
sche Quecksilbersäule unter den nämlichen Parallelen i
den Hemisphären gleiche Länge habe. Inzwischen sind
dem auch hierüber, mindestens durch einige Bemerkungen,
fel erhoben worden, ob diese letztere Voraussetzung hinl
begründet sey; im Ganzen scheint mir jedoch ein con
Einflufs der Länge aus theoretischen Gründen nicht
scheinlich, und es dürften diejenigen Abweichungen, di
ganzen oder halben Meridianen beizulegen geneigt ist,
mehr als örtliche Abweichungen zu betrachten seyn.

Ein Einflufs der Breitengrade auf den mittlern Bar
stand folgt aus theoretischen Gründen, noch mehr ab
er aus unleugbaren Messungen deutlich hervor, bei der
suchung der ganzen Aufgabe mufs aber unterschieden
inwiefern die als hohles Sphäroid auf der Erde ruhe
mosphäre an und für sich die Höhe der Quecksilber
Barometer unter verschiedenen Breiten bedingt und
Einflüsse die gewissen Zonen zugehörigen regelmäfsi

wegungen des Luftmeeres darauf ausüben. Blofs das Erstere berücksichtigend folgte ich einer ausführlichen Darstellung v. Lindenau's[1], wonach die Barometerhöhe unter dem Aequator wegen verminderter Schwere, und dieser proportional, kürzer seyn soll, als unter den Polen, was sich jedoch bei genauerer Untersuchung als unzulässig herausstellt, indem die verminderte Schwere beide Flüssigkeitssäulen, die des Quecksilbers und der Luft, gleichmäfsig afficirt und blofs der Einflufs der Schwungkraft übrig bleibt. Inzwischen folgt auf jeden Fall, die Aufgabe so, wie in voraus festgesetzt worden ist, betrachtet, dafs der mittlere Stand des Barometers unter der Linie am geringsten, unter den Polen aber am gröfsten sey. Als einen Anhänger dieser Ansicht zeigte sich auch v. Humboldt[2], Hansteen[3] aber trat als Gegner derselben auf, indem er behauptete, dafs gerade umgekehrt das Barometer unter dem Aequator am höchsten stehe und mit den Graden der Breite abnehme. Theoretisch zeigt er, dafs für die Länge der Quecksilbersäule im Barometer das nämliche Gesetz als für die Pendellängen statt finden müsse, und findet also nach der gehörigen Reduction auf 0° C. und den Spiegel des Meeres den allgemeinen Ausdruck:

$$B=760,857-0,61733\,\text{Sin.}^2\varphi+8,353\,\text{Sin.}^4\varphi \text{ in Millim.}$$
$$B=337,285-0,26403\,\text{Sin.}^2\varphi+8,000\,\text{Sin.}^4\varphi \text{ in par. Lin.}$$

Hiernach sind dann von ihm folgende, den zunehmenden Breitengraden zugehörige, Barometerstände berechnet worden:

Breite	Millim.	Lin.	Breite	Millim.	Lin.
0°	760,857	337,285	50°	758,434	336,211
10°	760,732	337,230	60°	757,763	336,914
20°	760,429	337,070	70°	757,217	336,671
30°	759,822	336,827	80°	756,860	335,513
40°	759,149	336,528	90°	756,737	335,458

Hansteen wurde zur Annahme dieser theoretischen Bestimmungen hauptsächlich durch die an den norwegischen Küsten beobachteten niedrigen Barometerstände bewogen und er ver-

---

1 v. Zach Mon. Cor. Th. XXI. S. 215. Unrichtig steht Th. I. 214. v. Zach als Verfasser dieser Abhandlung.

2 Voyage T. XI. p. 1.

3 Magazin for Naturvidenskaberne 1824. H. 2. p. 269.

gleicht sie daher mit dem von ihm selbst aus mehrern Ja[hren]
zu Christiania erhaltenen mittleren Barometerstande, mit
zu Bergen, zu Hardanger und zu Paris gefundenen, w[obei]
sich allerdings eine sehr genaue Uebereinstimmung herausst[ellt];
jedoch wird die unten folgende Zusammenstellung einer
fsen Menge von Beobachtungen zeigen, dafs das aufgest[ellte]
Gesetz keineswegs allgemeine Anwendung leide.

Als einen Anhänger der Hypothese, dafs die Barom[eter]-
höhe von ihrem Maximum unter der Linie an nach den P[olen]
hin regelmäfsig abnehmen müsse, erklärte sich Scho[uw]
hauptsächlich weil Thorstensen zu Näs bei Reikiavig
Island aus dreijährigen Beobachtungen den auf 0° C. red[ucir]-
ten Barometerstand = 333.45 und Mühlenpfort zu Go[dthaab]
auf Grönland aus fünfjährigen = 332,81 par. Lin. gef[unden]
hat. Die letztere Gröfse ist zwar nicht auf 0° C. reduci[rt, al]-
lein da die mittlere Temperatur dort nicht viel von 0° C
weicht und der gefundene Barometerstand schwerlich
Einwirkung künstlicher Wärme bedeutend zu grofs seyn;
so beweist die Angabe, ein richtiges Barometer vorausg[esetzt],
mindestens den dort statt findenden niedrigen Baromete[rstand].
Auch Oersted äufserte mündlich gegen mich, dafs er si[ch zur]
Hypothese Hansteen's bekenne, und stützte sich dabei v[orzüg]-
lich auf den zu Apenrade gefundenen mittleren Baro[meter]-
stand. Kämtz[2] neigt sich mehr zur entgegengesetzte[n An]-
sicht, entscheidet jedoch nicht bestimmt darüber, w[eil der]
Einflufs des Dampfgehaltes der Atmosphäre noch nicht
bekannt sey. Ermam[3] dagegen spricht den Satz, d[afs die]
mittlere Barometerhöhe mit den Breitengraden abnehme,
scheidend aus. Neuerdings hat Poggendorff[4] die gan[ze Fra]-
gabe ausführlich untersucht und gelangt hierdurch zu de[n Re]-
sultate, dafs eine Correction (wie ich verstehe der beob[achte]-
ten Barometerhöhen) wegen der Schwere nothwendi[g sey].
Durch die Art der Darstellung wird die Sache sehr klar.
man nämlich, wie zwei Schenkel einer communicirenden
in deren einem Quecksilber, im andern Luft bis zur

1 Tidskrift for Naturvidenskaberne. T. IV. p. 347.
2 Meteorologie. Th. II. S. 292.
3 Poggendorff Ann. XXIII. 122.
4 Dessen Annalen XXXVII. 468.

der Atmosphäre, enthalten ist, die sich beide das Gleichgewicht halten, im Niveau des Meeres vom Pole zum Aequator hin bewegt werden, so afficirt die Abnahme der Schwere unter dem Aequator beide Flüssigkeiten gleichmäfsig, wirkt jedoch nicht auf die Elasticität der Luft, welche sich demnach ausdehnt, und da Letzteres bei der Quecksilbersäule nicht statt findet, so würde zur Herstellung des Gleichgewichts eine Verkürzung derselben erfordert. Indefs, meint Poggendorff, „die Schwere-Correction der Barometerhöhe stehe durchaus in „keiner Abhängigkeit zu irgend welcher Einwirkung auf die „Atmosphäre, sondern betreffe lediglich die Quecksilbersäule, „durch deren Länge der atmosphärische Druck gemessen werden solle. Die Länge einer Quecksilbersäule an verschiede„nen Orten ist nur dann dem von dieser Säule ausgeübten „Drucke proportional oder ein Mafs derselben, wenn das „Quecksilber (constante Temperatur desselben vorausgesetzt) „immer in gleicher Weise von der Schwerkraft afficirt wird. „Die Correction hat also nur den Zweck, die Längen der bei „ungleicher Schwerkraft beobachteten Quecksilbersäulen auf „diejenigen zurückzuführen, welche statt finden würden, wenn „die Schwerkraft überall dieselbe gewesen wäre.“ Die hiernach erforderliche Correction berechnet er demnächst für 338 und 334 par. Lin. (da die zwischenliegenden Gröfsen leicht durch Interpolation gefunden werden) und für einzelne Breitengrade nach der bekannten Formel:

$$B' = B\,(1 - 0{,}0025935\ \mathrm{Cos}.\ 2\varphi),$$

worin B' den corrigirten, B aber den normalen Barometerstand unter 45° der Breite und φ die jedesmalige Breite des Beobachtungsortes bezeichnet. Da in dieser Formel die Breite von 45° als normal gilt, so ist die Correction von 0° bis dahin abnehmend subtractiv und wird dann auf gleiche Weise wachsend bis 90° additiv. Die gefundenen Correctionen werden dann auf die durch Schouw tabellarisch nach den Breitengraden zusammengestellten gemessenen Barometerstände angewandt, wodurch alle einander gleich werden müfsten, wenn die ungleiche Schwere allein die Barometerhöhen bedingte, allein es bleiben auch dann noch sehr bedeutende Abweichungen zurück.

Je mehr man über das vorliegende Problem nachdenkt, desto lebhafter wird man von den Schwierigkeiten desselben

überzeugt werden, und ich wünsche daher, dafs die nach genden Betrachtungen, die dadurch nothwendig werden, ich die Sache hier einmal nicht ganz übergehn kann, nur ein Versuch gelten mögen, etwas Bestimmtes darüber fest stellen. Betrachten wir zuerst, wie bisher geschah, die mosphäre an sich und ohne ihre regelmäfsigen und wechs den Schwankungen, und berücksichtigen wir zugleich, dafs Höhe der Quecksilbersäule unter verschiedenen Breiten n an sich, sondern nur als durch den Druck der auf ihr henden Luftsäule gegeben betrachtet werden kann, so vor allen Dingen nicht übersehn werden, dafs nach statis Gesetzen ein Gleichgewicht im ganzen Luftmeere statt fi mufs. Es scheint mir hiernach nicht genügend und auf j Fall nicht deutlich einleuchtend zu seyn, mit Hanstee sagen, es finde zwischen der Länge der Quecksilbersäule des Pendels das nämliche Verhältnifs statt und müsse dahe erstere unter dem Aequator auf gleiche Weise länger, al letztere kürzer seyn, oder mit Poggendorff die Höhe des rometers für sich als eine solche zu betrachten, die einer all gleich schweren Luftsäule das Gleichgewicht halten m denn dafs auch die Schwere der Luft unter dem Aeq auf gleiche Weise, als die des Quecksilbers, geringer unterliegt keinem Zweifel. Berücksichtigt man die hierbe waltenden Bedingungen einseitig, so ist kaum zu verm dafs man in Irrthümer verfalle. Folgendes scheint mir bei im Einzelnen festzustellen, wenn man zu einem tigen Endresultate gelangen will. Zuerst verliert die Lu Schwere unter dem Aequator auf gleiche Weise, als das Q silber, und für den Zustand des Gleichgewichts beider sigkeiten müfste daher die Barometerhöhe unter allen Br gleich seyn, insofern die Barometerhöhe als eine Folge Drucks der Luftsäule betrachtet wird und die Verminde der Schwere sich daher bei beiden gleichmäfsig comp Zweitens ist aber die Luft unter dem Aequator durch W mehr ausgedehnt, sie enthält ungleich mehr Wasserdamp sonach leichter und hieraus würde also eine geringere der sie balancirenden Quecksilbersäule folgen. Drittens wird die Luftsäule durch die Schwungkraft weit stärke cirt, als die Quecksilbersäule, weil sie ungleich länge die Geschwindigkeit ihrer Bewegung bei der Rotation de

daher gröfser ist. Den Werth dieser letztern Gröfse zu bestimmen dürfte eine für die Analyse unmögliche Aufgabe seyn, wenn man berücksichtigt, dafs die Grenze der Atmosphäre schwerlich genau bestimmbar, die Abnahme ihrer Dichtigkeit aber wegen der nicht völlig ausgemachten Temperaturverminderung nicht hinlänglich bekannt ist, abgesehn von dem gleichfalls nicht auszumittelnden Einflusse des Dampfgehaltes. Eine oberflächliche Berechnung ergiebt jedoch schon, dafs die Schwungkraft der Lufttheilchen in der Entfernung einer Meile von der Erdoberfläche sich zu der des Quecksilbers wie 10023 zu 1 verhält, wenn man die Schwungkräfte beider Substanzen dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional setzt und den Halbmesser der Erde zur 860 Meilen annimmt. Auch aus diesem Grunde müfste daher die Quecksilbersäule unter dem Aequator kürzer seyn, weil sie durch eine leichtere Luftsäule gedrückt wird, und die Würdigung beider zusammenwirkenden Ursachen bestimmten mich daher früher zu dieser Annahme, die aus den gegebenen Bedingungen auch allerdings folgen würde, wenn nicht zugleich das statische Gleichgewicht der gesammten Luftmasse zu berücksichtigen wäre. Allerdings sind die einzeln genommenen Luftsäulen unter dem Aequator leichter, als die unter höhern Breiten, allein hiernach müfsten sie durch den Gegendruck der letztern gehoben werden und sie würden daher oben abfliefsen, wenn nicht die angrenzenden, stets nur um einen geringen Theil kürzeren Luftschichten dieses hinderten. Denken wir uns aber eine unter dem Pole vertical aufgerichtete, eine Quecksilbersäule von gewisser Höhe enthaltende Röhre durch eine über den ganzen Quadranten der Erde fortlaufende mit einer zweiten verticalen unter dem Aequator verbunden, so mufs die Quecksilbersäule in der letztern so viel höher seyn, als die Verminderung der Schwere beträgt, wenn beide einander das Gleichgewicht halten sollen, gleiche Temperatur beider vorausgesetzt. Dieses leidet aber eine unmittelbare Anwendung auf die die Erde umgebende Atmosphäre. Ist also in dieser wirklich das angenommene Gleichgewicht vorhanden, so mufs eine einzelne Luftsäule unter dem Aequator, ungeachtet ihres durch alle drei angegebenen Ursachen verminderten Gewichtes, einen gleichen Druck ausüben; sie mufs daher um so viel länger werden, als die Summe der einzelnen

Gröfsen erfordert, und die mit ihr im Gleichgewichte stehende Quecksilbersäule wird daher gleichfalls um einen proportionalen Theil, das heifst um so viel, als die Verminderung ihrer Schwere beträgt, länger seyn müssen.

Hierbei wird jedoch der Zustand der Ruhe und des Gleichgewichts der Atmosphäre vorausgesetzt und es könnte hiernach die *Excentricität* der Atmosphäre gefunden werden, wenn nicht die zu ihrer Berechnung nach diesen Principien erforderlichen Bestimmungen allzu ungewifs wären. Ob jedoch dieser Zustand des Gleichgewichts wirklich vorhanden ist, die Luft nicht vielmehr in den obern Regionen stets abfliefst, wie grofs die Geschwindigkeit ist, womit dieses geschieht und die untern Schichten diesemgemäfs sich heben, also leichter werden und weniger auf das Barometer drücken, ob demnach diese den Luftdruck unter dem Aequator und die demselben zugehörige Barometerhöhe vermindernden Ursachen der für die Compensation der verminderten Schwere erforderlichen Gröfse gleichkommen oder sie wohl gar übertreffen, ob also die Höhe der Quecksilbersäule unter dem Aequator wirklich gröfser sey, als unter dem Pole, diese Frage kann aus den bis jetzt hierüber bekannten Thatsachen unmöglich theoretisch genügend beantwortet werden, da wir, die Ungewifsheit über Temperatur und Dampfgehalt nicht gerechnet, über die Stärke des aufsteigenden und oben abfliefsenden Luftstromes unter dem Aequator keineswegs hinlängliche Kenntnifs haben.

44) Zur Auffindung der Gesetze, die die Gröfse des mittleren Barometerstandes unter verschiedenen Breiten und überhaupt an den verschiedenen Orten bestimmen, genügt es also keineswegs, die Atmosphäre als im Zustande der Ruhe befindlich anzunehmen, vielmehr müssen wir auch die übrigen Bedingungen aufsuchen, die auf jene Gröfse von unverkennbarem Einflusse sind, deren allgemeinste mir folgende zu seyn scheinen.

a) Unter der Linie und überhaupt in der äquatorischen Zone findet in Folge der Erwärmung und des stets neu erzeugten Wasserdampfes eine beständige aufwärts gehende Strömung statt, wodurch der Luftdruck vermindert und die Quecksilbersäule im Barometer verkürzt werden mufs.

b) Ebendiese unter den Tropen statt findenden Bedin-
...en erzeugen einen Andrang der Luftmassen aus höhern
...n, welcher, auch durch anderweitig bekannte Ursachen
...lafst, im Ganzen die Passatwinde erzeugt. In der Re-
...n derselben mufs nothwendig eine Anhäufung der Luft-
...en statt finden, die sich auch durch einen ungewöhnlich
...n Barometerstand daselbst kund giebt, weswegen der Ba-
...erstand von der Polargrenze der Passatwinde an mit zu-
...enden Breiten wieder abnimmt[1].

c) Je mehr der Barometerstand in Folge der im Luft-
... statt findenden, nicht sowohl starken, als vielmehr
...ichen Schwankungen wechselt, um so geringer scheint
... mittlere Höhe der Quecksilbersäule im Barometer zu seyn.
... Beweis hierfür scheint mir aus folgender Betrachtung her-
...gehn. Nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit müfste
... Barometer an jedem gegebenen Orte um eine gleiche Grö-
... über seinen mittlern Werth steigen, als es unter densel-
... herabsinkt; allein die Erfahrung zeigt, dafs die letztere
... die erstere bei weitem übersteigt, und hieraus mufs
...endig eine Depression des mittleren Standes hervorgehn.
... Beweise des obigen Satzes führe ich nur an, dafs in dem
... der Beobachtungen zu Apenrade der niedrigste Barome-
...d 17,34 par. Lin. unter dem mittleren, der höchste aber
... 10,27 Lin. über demselben betrug, und ein ähnliches Ver-
...s wird man ziemlich nahe überall unter mittleren Brei-
...den. Auch zu Felix-Harbour, um aus dem hohen
... eine Beobachtung zu nehmen, war der mittlere Stand
... 1,20965 Lin., das Minimum 27 Z. 1,625 Lin., das
...um 28 Z. 10,399 Lin., mithin die Abweichung vom
... bei jenem 11,58465, bei diesem 9,18935 Linien.

...) An Orten, wo durch eigenthümliche Ursachen die
... häufig wechselt, namentlich an Seeküsten, an de-
... feuchte Seeluft mit der des Landes in steter Berüh-
...st und wo beide unablässig mit einander gemengt wer-
... insbesondere unter höheren Breiten, wo die mittlere
...ratur des Meeres höher ist, als die des Landes, wer-
...lezeit mehrjährige Beobachtungen erfordert, um den
...ren Barometerstand aufzufinden, und meistens ist derselbe

[1] v. Humboldt in Poggendorff's Ann. XXXVII. 250.

niedriger, als er der Theorie nach und in Vergleichung andern unter gleichen Breitengraden seyn sollte. Einen fallenden Beweis hierfür liefert eben der mittlere Barome stand zu Christiania unter 59° 55′ N. B., welcher nur 335 par. Lin. beträgt. HANSTEEN[1] vergleicht denselben mit mittleren zu Paris = 337,53 und leitet diesen Unterschied der höhern Breite her, was jedoch als unstatthaft ersch wenn wir eine Vergleichung mit dem zu Felix-Harbour ter 70° nördl. B. aus 30 Monate anhaltenden Beobachtun = 337,2096 par. Lin. gefundenen anstellen. Die oben a gebenen geringen Barometerhöhen auf Island und Grönland gleichfalls aus dieser Ursache abzuleiten, wie denn auc v. BUCH[2] schon 1807 den ungewöhnlichen niedrigen Bar terstand an Küsten, namentlich in Norwegen, als eine f der in jenen Gegenden herrschenden südlichen und südw chen Luftströmungen ansah. Eine ähnliche Anomalie f sich nach ERMAN[3] zu Ochozk und Peter-Paulshafen auf K schatka, wo der mittlere, auf den Meeresspiegel und (reducirte Barometerstand nach sechsmonatlichen Beobachtu nicht mehr als 333,56 par. Lin. beträgt. Auf der a Seite zeigen sich an einigen Küsten ungewöhnlich hohe rometerstände, namentlich zu La Rochelle, Nantes un Malo[4], wozu noch der auf Teneriffa nach L. VON BUCH 338,44 par. Lin. gefundene kommt, wovon dieser Gelehr Ursache in einer Anhäufung der Luft durch entgegenge Luftströmungen findet. Vielleicht lassen sich die ange nen Bedingungen zu einem allgemeinen Gesetze erheben, ches dann heifsen würde: wenn die Luft über einem Kü lande im Mittel kälter ist, als die des umgebenden Me so dafs die Oberfläche des Landes eine Erhöhung ihrer W me durch die des Meeres erhält, so strömt die kältere des Landes dem Meere zu, sie wird weniger zusamm drückt und erzeugt einen niedrigern Barometerstand; im u kehrten Falle findet das Gegentheil statt. Es ist jedoch

1 A. a. O. S. 289.
2 G. XXV. 331.
3 Poggendorff Ann. XVII. 339.
4 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 916.
5 Canar. Inseln. S. 71.

sicher, für so vielseitig bedingte Phänomene allgemeine Gesetze aufzustellen.

Zur genauen Bestimmung des mittleren Barometerstandes sind so viel längere Zeit anhaltende Beobachtungen erforderlich, je mehr die einzelnen Barometerhöhen von der mittleren abweichen. Dieses ersieht man deutlich aus einer Vergleichung der mittleren Barometerstände an den nämlichen Orten in verschiedenen Jahren. Als Beispiel diene unter andern Freiburg in der Schweiz, wo das auf 0° reducirte Mittel aus den um 21 und um 3 Uhr angestellten Beobachtungen im Jahre 1828 = 705,95, im Jahre 1829 = 705,24, im Jahre 1830 = 706,692, 1831 = 706,12, 1832 = 707,745 und 1833 = 706,66 Millimeter gefunden wurde[1]. Schouw[2] hat ferner durch eine tabellarische Zusammenstellung gezeigt, dafs der Unterschied der jährlichen und monatlichen Mittel mit den Graden der Breite bedeutend zunimmt. Es waren nämlich

Orte	Breite	Unterschied der unter sich abweichenden jährlichen Mittel		monatlichen Mittel	
Felix-Harbour[3]	60°59′	2 Jahre	0‴,29	2 J. 8 Mon.	7‴,05
Näs (Island) .	64	8 —	1,80	12 Jahre	15,92
Kopenhagen .	56	12 —	1,82	11 —	11,39
Altona . . .	53,5	6 —	1,18	— —	— —
Paris . . .	49	11 —	1,56	11 —	7,53
Bologna . .	44,5	4 —	0,82	5 —	6,15
Neapel . . .	41	7 —	0,94	7 —	6,06
St. Thomas .	19	—	—	1 —	1,75
Christianborg .	5,5	—	—	22 Mon.	1,92

Hieraus scheint hervorzugehn, was sich auch in andern Beziehungen zeigt, dafs das Barometer innerhalb des nördlichen Polarkreises sich derjenigen Regelmäfsigkeit wieder nähert, die ihm in der äquatorischen Zone eigen ist.

45) Vor allen Dingen ist erforderlich, die mittleren Barometerstände von solchen Orten zu haben, deren Höhen über

1 Biblioth. univ. 1834. p. 88.
2 Poggendorff Ann. XXVI. 399.
3 Ross Narrative cet. Appendix.

der Meeresfläche genau bekannt sind. In Frankreich gilt de zu Paris gefundene als ein normaler, in Deutschland abe fehlte ein solcher bisher noch, so allgemein auch Liebhabere für barometrische Höhenbestimmungen existirt und so leich es demnach seyn würde, ein Netz für die Coordinaten de Höhen über den gröfsten Theil von ganz Deutschland zu er halten. Es war daher ein höchst lobenswerthes Unternehmen der Berliner Akademie, dafs sie im Jahre 1823 einige Monat gleichzeitige Beobachtungen an den Küsten der Nord- und Ostsee, zu Berlin und an einer grofsen Menge von Orten i ganz Deutschland veranlafste, um die erforderlichen Funda mentalbestimmungen mit einem Male zu erhalten. Allein alle Physikern und Liebhabern, welche damals mit grofsem Inter esse hieran Theil nahmen, war der so eben (unter c) aufge stellte Satz noch nicht bekannt, welcher selbst jetzt noch vo manchen übersehn oder wohl gar bestritten wird, dafs unmi telbar an der Meeresküste angestellte Beobachtungen kein si cheres Resultat geben, auf jeden Fall nicht in so kurzer Zei es fehlte daher an der erforderlichen Basis, indem eben au diesem Versuche die Unmöglichkeit, eine solche auf dem ge wählten Wege zu erhalten, überzeugend hervorging, wesw gen auch kein Resultat dieser Bemühungen, an denen ic selbst mit Vergnügen und im besten Vertrauen auf dessen Ge lingen Theil nahm, bekannt werden konnte. Erst später wu de mir diese Sache klar und nach Berathung eben mit de Berliner Gelehrten, POGGENDORFF, OESFELD und CARL RIT TER, wurde Mannheim als derjenige Ort gewählt, wo der mit lere Barometerstand für Deutschland aufgefunden werden sollt weil daselbst in nicht bedeutender Höhe und in hinlänglich Entfernung vom Meere weder hohe Berge, noch dichte Wa dungen, noch sonstige Ursachen örtliche Störungen hervorbri gen können. Es wurde daher daselbst ein Normalbaromet mit einer 5 Lin. weiten Röhre aufgehangen, welches zwar e nen constanten Fehler der Scale hatte, der jedoch durch hi länglich viele Vergleichungen mit einem vorher nach eine Fortin'schen geprüften Barometer von Loos und mit eine Horner'schen von OERI corrigirt worden ist, und v. HEILIGE STEIN (der Vater), dessen Sorgfalt, Gewissenhaftigkeit u Uebung hinlängliche Bürgschaft gewähren, übernahm das mü same Geschäft, täglich dreimal, um 21^h, 3^h und 9^h, Beobac

tungen aufzuschreiben. Das isolirte und nicht bewohnte Zimmer war gegen schnelle örtliche Erwärmungen geschützt, und so konnte ein auf dem Thermometerbrete angebrachtes Thermometer von Colardo die Temperatur des Quecksilbers mit genügender Sicherheit angeben. Das auf 0° C. reducirte, für den constanten Fehler corrigirte Mittel aus den Jahren 1833 und 1834 ist gefunden worden:

1833	für 21^h = 333,8194,	für 3^h =	333,6843
1834	— — = 335,3054	— — =	335,1703
Mittel	= 334,5624	=	334,4273,

der auf 0° reducirte und corrigirte mittlere Barometerstand in den zwei Jahren ist also = 334,4273 par. Lin. Auf den ersten Blick mufs jedoch der grofse Unterschied beider Mittelwerthe auffallen und auf den Gedanken führen, dafs der mittlere Barometerstand aus diesen beiden Jahren von einem aus einer längern Reihe von Jahren entnommenen Mittel beträchtlich abweichen könnte. Um diesen Fehler zu corrigiren, hat der bekannte Meteorolog Dr. Eisenlohr aus den von mir geführten Registern, die für die beiden Jahre 1833 und 1834 ohne alle Unterbrechung sind und seit 1823 nur einige unbedeutende Lücken haben, die mittleren Barometerstände für 21^h und 3^h gesucht und hieraus für die beiden Jahre einen Unterschied = 0,377 Lin. gefunden. Unter der kaum zu bezweifelnden Voraussetzung, dafs dieser nämliche Unterschied auch für Mannheim gilt, wäre demnach

Mittel aus 1833 und 1834 = 334,4273
Unterschied aus mehrern Jahren = 0,3770

Corrigirter mittlerer Bar.-Stand = 334,0503 par. Lin.

46) Zunächst war dann erforderlich, die Höhe des Beobachtungsortes in Mannheim über dem Spiegel des Meeres zu bestimmen. Am nächsten liegend wäre es, das Gefälle des Rheins bis zu seiner Mündung in die Nordsee auszumitteln, schon früher aber kannte man durch die Bemühungen der französischen Ingenieurs die Höhe desselben über dem mittelländischen Meere. Nach diesen[1] liegt die Schwelle der Mannheimer Sternwarte 302,3 Fufs über dem mittelländischen Meere, und diese nach Tulla's Rheinmessung 25,2 Fufs

1 v. Zach Corr. astron. T. I. p. 150.

über dem mittleren Stande des Rheins am Pegel, wonach Höhe des Rheinspiegels 287,1 Fuſs über dem Meere betr Dieselbe Höhe fand Epailly = 284 F., Tulla dagegen 280,; die neueste Messung des Hauptmann Klose[1] giebt für die Schw der Sternwarte 307,44 Fuſs und für die mittlere Höhe Rheinspiegels am Pegel 283,5 Fuſs. Die Schwelle der St warte läge somit nur 23,94 Fuſs über dem Rheinspiegel. diese Bestimmungen weichen nur unbedeutend von einar ab, wir können aber am sichersten die letztere annehmen, auf geodätischen Messungen beruht, oder in runder Zahl Fuſs. Bei allen Angaben liegt die Höhe von Straſsburg i dem mittelländischen Meere zum Grunde, welche für Schwelle des Münsters nach trigonometrischen Messungen Nivellirungen 448 Fuſs 10 Zoll beträgt. Eine Nivellirung Ortes, wo das erwähnte Normal-Barometer beobachtet hatte Eisenlohr, Prof. in Mannheim, die Güte zu über men und fand hiernach den Aufhängepunct des Barom 10,905 Meter oder 33 F. 6 Z. 10,142 Lin. par. Maſs dem Nullpuncte des Pegels. Diese Gröſse zu der erhalt addirt liegt also der Beobachtungspunct zu Mannheim 3 par. Fuſs über dem Spiegel des mittelländischen Meeres.

47) Es würde sehr interessant seyn, wenn es mö wäre, diese Höhenbestimmung über dem mittelländis Meere mit einer andern über der Nordsee zu verglei woraus noch obendrein eine Entscheidung der viel ventil Frage über die Vertiefung des mittelländischen Meeres vorgehn könnte; es ist aber bis jetzt noch nicht möglich, über zur Gewiſsheit zu gelangen, indem das Nivellement Rheins nur von Amsterdam bis Bingen reicht[2]. D Krayenhoff's Nivellement[3] ist die Höhe des Nullpunctes Pegel zu Emmerich am Rheine und zu Grave an der

1 Diese Mittheilungen verdanke ich den HH. v. Heiligs und Amtmann Hoffmann zu Boxberg, welche beide sie vom H mann Klose erhalten haben.

2 Die nachfolgenden Angaben verdanke ich der gütigen Mi lung des Prof. G. Bischof in Bonn und des Dr. Mohr in Col welche sie für wissenschaftliche Zwecke von Kön. Preuss. Be zu Cöln und Coblenz erhielten.

3 Recueil d'observations hydrographiques et topographiques tes en Hollande. Amst. 1813.

über der Nordsee bekannt. Hieraus ergiebt sich die Höhe des Nullpunctes am Rheinpegel zu Düsseldorf über dem Nullpuncte des Hauptpegels zu Amsterdam = 82 F. 8 Z. 2 Lin. rheinl. Maſs. Aus einem Nivellement von Düsseldorf bis zur Niers und an dieser hin bis zu deren Mündung in die Maas bei Gennepenhuis, sodann bis Grave interpolirt, findet sich diese nämliche Höhe = 85 F. 10 Z. 4 Lin. Ferner ergiebt das Nivellement des Nordcanals, und wenn die Strecke der Maas von Venlo bis Grave interpolirt wird, diese Gröſse = 85 F. 7 Z. 3 Lin. Diese drei Bestimmungen von gleichem Werthe angenommen und vom Nullpuncte des Hauptpegels zu Amsterdam bis zum mittleren Spiegel der Nordsee noch 3 Zoll 6,5 Lin. hinzuaddirt giebt die Höhe des Nullpunctes am Rheinpegel zu Düsseldorf = 85 F. — Z. 1,5 Lin. rheinl. Maſs = 82,03 par. Fuſs. Hierzu kommen bis Cöln 32,4, bis Bonn 24,6, bis Coblenz 44 par. Fuſs, und der Nullpunct des Rheinpegels bei Coblenz liegt sonach 183,03 par. Fuſs über dem Spiegel der Nordsee bei Amsterdam. Das Gefälle des Rheins von Coblenz bis Bingen beim Einfluſs der Nahe ist durch den preuss. Ingenieur VAN DER BERGH bei Gelegenheit des Sprengens der Felsen im Flusse sehr genau gemessen worden; es ändert sich mit dem verschiedenen allgemeinen Wasserstande und beträgt beim mittlern Stande des Wassers 55,72 rheinl. Fuſs. Dann steht aber der Spiegel des Rheins am Pegel zu Coblenz nicht auf 0, sondern auf 7,83 Fuſs, und diese Gröſse müſste daher hinzuaddirt werden, um das ganze Gefälle von Bingen bis zur Nordsee zu erhalten; allein da bei den übrigen Pegeln der Nullpunct angenommen worden ist, so scheint es, auch rücksichtlich des hervorgehenden Resultates, angemessener, diese Bestimmung für Coblenz beizubehalten und für das Gefälle bis Bingen 54 rhein. Fuſs = 52,17 par. F. anzunehmen. Hiernach beträgt

das Rheingefälle von der Nordsee bis Coblenz	183,03	par. Fuſs
von Coblenz bis Bingen	52,17	- -
von der Nordsee bis Bingen	235,2	par. Fuſs
Höhe bei Mannheim über dem mittelländischen Meere	284,0	- -
Gefälle von Mannheim bis Bingen . .	49,8	par. Fuſs.

Diese letztere Strecke ist nicht nivellirt; wenn man aber das

Gefälle des Rheins auf derselben dem zwischen Bingen Düsseldorf gleich setzt, so giebt eine genaue Landcharte gende Gröſsen für die einzelnen verglichenen Strecken:

Von Düsseldorf bis Cöln giebt	51,6	par. Fuſs
Von Cöln bis Bonn	53,8	— —
Von Bonn bis Coblenz	55,0	— —
Von Coblenz bis Bingen . . .	55,3	— —
Mittel . . .	53,9	par. Fuſs.

Hiernach läge also der Spiegel des mittelländischen M 53,9 — 49,8 = 4,1 Fuſs höher als der Spiegel der No Man wird nicht geneigt seyn, diesem Resultate beizupfli welches mit den bisherigen Ansichten im Widerspruche allein da hierbei genaue directe Messungen zum Grund gen, eine Vergleichung des Gefälles von Mannheim bis gen mit dem zwischen Mannheim und Straſsburg aber 70 par. Fuſs giebt, so kann man nicht füglich das erste ringer als 49,8 par. Fuſs annehmen, und es folgt somit der Spiegel der Nordsee nicht höher, als der des mittel schen Meeres liegt, und da letzterer etwa 3 Fuſs tiefer als der in der Bai von Biscaja, so müſste die Nordse tiefer liegen, als der letztere Meerbusen, welches Resul dem hohen Meeresspiegel bei Suez verglichen beweisen daſs das Meer in Folge seiner Strömungen überhaupt überall ein gleiches Niveau habe[1].

48) Ehe wir nach dieser bekannten Höhe von heim den mittleren Barometerstand daselbst auf die M fläche reduciren, wird es angemessen seyn, ihn mit de gen zu vergleichen, welcher durch langjährige, gleich sorgfältige Beobachtungen von Herrenschneider zu S burg aufgefunden und durch die mühsamen Rechnunge senlohr's[2] mit seltener Genauigkeit bestimmt worden ist gebrauchte Barometer hing 16 Zoll über dem Steinbod Münsters, dessen Höhe ich für gleich mit der der Sc annehme. Letztere liegt nach geodätischen Messungen 10 Z. über dem Spiegel des mittelländischen Meeres und Seehöhe des Barometers beträgt also 450,2 Fuſs, di

---

1 Vergl. Art. *Meer*. §. 87.

2 Poggendorff Ann. XXXV. 141.

Mannheimer ist oben 317,5 angegeben worden, der Höhenunterschied beträgt also 132,7 par. Fuſs. Die mittlere Höhe des auf 10° R. reducirten Straſsburger Barometers findet Dr. Eisenlohr aus 32 Jahren = 333,13472 par. Lin., aus den letzten 27 Jahren von 1806 bis 1832 = 332,99072 Lin. und aus den Jahren 1808 bis 1825 = 333,0834; das Mittel aus den beiden ersten Bestimmungen giebt 333,062495 und ich wähle daher den mittlern Barometerstand für Straſsburg = 333,0834 par. Lin. Herrenschneider berechnet aus dem mittleren Barometerstande = 333,027 par. Lin. die Meereshöhe von Straſsburg = 447,9 Fuſs, was dem Resultate der geodätischen Messung zwar so nahe kommt, als sich nur erwarten läſst, allein dabei ist der mittlere Barometerstand im Niveau des Meeres als Basis angenommen worden, welcher aber erst ausgemittelt werden soll. Wird also die Gröſse von 333,0834 par. Lin. auf 0° C. reducirt, mit Rücksicht darauf, daſs die Barometerröhre sich auf einem hölzernen Brete anliegend befindet, so ist die reducirte mittlere Barometerhöhe zu Straſsburg = 332,3334 pariser Linien. Dr. Eisenlohr findet ferner die corrigirte mittlere Temperatur von Straſsburg = 8°,16 Reaum. Da jedoch der uncorrigirte mittlere Werth = 7,86003 mit dem von 1815 bis 1832 in einem Brunnen gefundenen = 7,86997 so genau übereinstimmt, so behalte ich diesen um so mehr bei, als die von den nahen Alpen herabkommenden kalten Luftströmungen die Temperatur von Straſsburg bedeutend herabdrücken können. Diesemnach ist die mittlere Temperatur von Straſsburg = 7°,87 R., die mittlere Temperatur von Mannheim können wir nach vieljährigen Beobachtungen füglich zu 8°,13 R. annehmen. Wird dann nach der bekannten Formel

$$=56386{,}41\,(1+0{,}002711\ \mathrm{Cos.}\,2\varphi)\left(1+\frac{t+t'}{426{,}6}\right)\mathrm{Log.}\,\frac{H}{h},$$

worin H und h die reducirten Barometerhöhen, t und t′ die Temperaturen und φ die Breite bezeichnet, der Höhenunterschied beider Orte gesucht, so ergiebt sich dieser = 130,55 Fuſs. Es ist aber dieser Höhenunterschied

nach geodätischer Messung	132,70	par. F.
— barometrischer Messung	130,55	— —
Differenz	2,15	par. F.,

welche auf einem geringen Unterschiede der Temperatu[r]
des mittleren Barometerstandes beruhn kann.

49) Um bei bekannter Höhe über dem Meeresspieg[el]
gefundene Barometerhöhe von 334,0503 par. Lin. auf
zu reduciren, darf man nur die Formel für das barome[trische]
Höhenmessen umkehren, wonach also

$$\text{Log. H} = \text{Log. h} + x\left(\frac{426{,}6}{56386{,}41\ (426{,}6 + t + t')}\right) \times \left(\frac{1}{(1 + 0{,}002711\ \text{Cos. } 2\varphi)}\right)$$

wird, und findet hiernach, x = 317,5 par. Fuſs geset[zt]
die mittlere Temperatur t' zu Mannheim = 8°,13 un[d]
Spiegel des Meeres = 8°,63 R.

die mittlere Barometerhöhe für Mannheim, auf 0°
den Spiegel des mittelländischen Meeres reducirt, =
par.

Den mittleren Barometerstand auf 0° C. und den Mee[resspie]gel reducirt, jedoch ohne Rücksicht auf die geogra[phische]
Breite, giebt Schuckburgh = 337,7469, Oriani = 3[…]
und Arago = 337,28176 par. Linien an[1], sämmtlic[h Be]stimmungen kleiner, als die hier gefundene. Aus de[n]
folgenden Untersuchungen wird aber hervorgehn, daſs [es kei]nen allgemeinen Normalbarometerstand im Niveau des [Meeres]
giebt, sondern daſs derselbe theils in gewisser Hinsich[t regel]mäſsig, theils regellos wechselt. Vor allem andern m[uſs da]her untersucht werden, was die Erfahrung darüber an[giebt].

Es ist bereits erwähnt worden, daſs Schouw, bewog[en durch]
den unzweifelhaften niedrigen Barometerstand auf Island [und …]land, der Hypothese einer nach den Polen hin statt fin[denden]
Abnahme des mittleren Barometerstandes geneigt wurde[. Diese]
Ueberzeugung wuchs noch mehr, als ein von der me[teorolo]gischen Gesellschaft zu Kopenhagen nach Island gesand[tes Ba]rometer durch Vergleichung mit dem von Thorste[insson ge]brauchten die Richtigkeit desselben auſser Zweifel setz[te, wo]nach also der mittlere Barometerstand zu Näs auf Isla[nd unter]
64° N. B. nicht mehr als 333,95 Lin. bei 0° C.
Dieser Barometerstand, mit dem verglichen, welchen

1 Nach v. Humboldt in Hertha Th. IV. S. 14.
2 Froriep Notizen 1825. N. 255.

...[1] auf Gran Canaria = 339''',09 und Escolar durch ...jährige Beobachtungen auf Teneriffa = 338''',44 gefunden ..., bestätigt nicht blofs die obige Ansicht, sondern reizte ... zum weitern Verfolgen der interessanten Aufgabe. Des... hat Schouw[2] die Frage über den mittleren Barometer... nicht blofs nach allgemeiner bekannten Thatsachen aus...lich und gründlich untersucht, sondern dabei auch minder ...nnte benutzt und diese noch durch eigene schätzbare ver...rt. Alles dieses ist so wichtig, dafs ich bei der Mitthei... des Inhalts mir nur wenige, das Wesen der Sache nicht ...nde Abkürzungen erlauben darf.

...) Vor allen Dingen sind die Schwierigkeiten zu be...chtigen, welche bei diesen Untersuchungen hindernd in ... Weg treten, namentlich die unbestimmte Genauigkeit der ...chten Barometer, die Ungewifsheit der Correction für ...peratur und Capillarität und die Unsicherheit, welche aus ...ze Zeit dauernden Beobachtungen hervorgehn. Vorzüg...chätzbar sind daher solche Beobachtungen, die entweder ...em nämlichen Barometer unter verschiedenen Breiten an...t wurden, um aus dem Verhältnisse der erhaltenen Grö...das vorhandene Gesetz zu entnehmen, oder bei denen ge...geprüfte Barometer dienten, die alsdann nicht blos die re...n, sondern zugleich auch die absoluten Gröfsen des Luft...es an verschiedenen Orten geben. Unter die letzte Classe ...n vor allen diejenigen, welche Schouw von Trente...erhielt. Dieser beobachtete auf einer Reise nach China ...ebarometer meistens täglich (nach bürgerlicher Zeit vom ... an gerechnet) um 5, 9, 12, 4 und 10 Uhr, so dafs ...ttel aus diesen Beobachtungen füglich für die eigentli...ttlere Gröfse des Barometerstandes dienen kann. Die auf ...ducirten Barometerstände waren:

---

[1] Abhandl. der Berliner Akademie. 1820 u. 21.

[2] Poggendorff Ann. XXVI. 395. Ann. de Chim. et Phys. T. LIII.

N. B.		Barometer	N. B.		Barometer
32°	0′	341‴,29	8°	16′	336‴,15
31	5	340,65	7	14	336,04
29	7	339,85	6	59	336,15
27	19	339,67	6	31	336,04
25	36	338,87	6	12	336,24
23	41	338,91	5	40	336,13
21	51	338,49	5	28	336,11
19	40	338,49	4	38	336,03
17	15	337,96	4	9	336,20
15	16	337,47	4	36	334,10
13	46	337,45	4	57	335,60
12	18	337,14	4	53	335,40
10	45	336,46	4	51	335,50
9	38	336,04	4	46	336,05

51) Die Beobachtungen des Cap. Spencer[1] von Rio Janeiro bis Spithead, wovon Schouw die Mittel für die Passatwinde zusammenstellt, gebe ich hier nach der Reihe und zwar die Mittagsbeobachtungen auf 0° reducirt.

Breite		Länge w. v. G.		Barometer	Breite		Länge w. v. G.		Barometer
24°	25′ S.	25°	24′	336‴,478	4°	19′ N.	28°	8′	335‴,367
24	17 —	23	13	337,040	5	18 —	22	14	334,892
23	25 —	21	38	337,521	6	56 —	28	51	335,087
22	31 —	21	46	337,716	9	13 —	24	58	335,905
20	57 —	22	24	337,378	11	41 —	26	55	336,417
18	52 —	22	49	337,543	14	18 —	29	1	336,703
15	37 —	22	48	337,491	17	11 —	30	12	337,490
11	54 —	22	33	337,153	20	8 —	31	3	338,196
8	6 —	22	6	336,447	22	25 —	32	15	338,789
4	55 —	22	0	335,818	24	30 —	34	18	339,751
2	14 —	22	3	335,930	26	1 —	35	43	340,283
0	8 N.	21	53	336,040	26	36 —	36	41	340,285
2	14 —	22	0	335,312	27	50 —	38	26	340,486

52) Trentepohl zeichnete auf seiner Reise nach China täglich mindestens dreimal den Barometerstand auf und hieraus berechnet Schouw den auf 0° C. reducirten mittleren Barometerstand im atlantischen, im indischen und im Südmeere von 10 zu 10 Graden, auf der nördlichen und südlichen

1 Daniell Meteorol. Essays. T. I. p. 348.

Hemisphäre, dem Uebergange von der einen zur andern folgend.

Atlantisches Meer		Indisches und Südmeer	
Breite	Barometer	Breite	Barometer
30° bis 20° N.	341''',55	30° bis 20° S.	338''',84
20 — 10 —	338,70	20 — 10 —	337,97
10 — 0 —	338,56	10 — 0 —	336,33
0 — 10 S.	338,50	0 — 10 N.	336,23
10 — 20 —	340,28	10 — 20 —	336,51
20 — 30 —	340,89	20 — 22 —	340,17
30 — 20 —	340,26	20 — 10 —	338,73
20 — 10 —	339,70	10 — 0 —	337,09
10 — 0 —	338,17	0 — 10 S.	336,52
0 — 10 N.	337,31	10 — 20 —	337,22
10 — 20 —	337,44	20 — 30 —	338,13
20 — 30 —	339,42		

53) Erman[1] hat seine Beobachtungen unter verschiedenen Breiten nach bestimmten Meridianen geordnet; ich stelle sie hier lieber nach der Breite folgend zusammen. Aus der Zone der Passatwinde sind folgende Messungen mitgetheilt:

Breite N.	Länge W.	Barometer	Breite S.	Länge W.	Barometer
0°,5	170°5	336''',339	0°0	229°,0	337''',174
3,5	235,2	337,231	1,9	325,2	337,662
4,5	339,5	337,981	1,9	329,5	338,690
5,0	170,0	336,283	3,5	220,0	338,594
6,0	339,3	337,863	4,5	172,5	336,449
9,0	338,0	337,775	6,4	329,1	338,570
9,5	167,2	336,119	6,5	331,0	337,505
9,7	236,3	338,568	8,0	216,8	337,902
12,2	331,7	338,427	11,4	327,9	338,864
14,0	164,0	337,199	13,1	215,0	336,628
14,5	337,0	338,736	13,3	329,4	338,094
17,8	327,7	338,722	13,8	176,2	337,069
19,5	161,5	337,853	14,5	326,6	339,434
19,5	238,0	339,094	16,5	176,5	337,729
19,9	338,4	339,340	18,5	177,1	337,887
22,5	324,0	339,304	19,8	327,1	339,139
23,25	238,6	339,119	21,5	177,5	338,922
24,8	341,1	339,158	22,0	326,9	339,195
25,1	159,2	338,342	23,0	209,8	337,961
27,6	342,3	339,140	24,1	178,2	339,304
27,8	321,4	340,020	24,4	316,4	339,906
30,4	319,5	340,681	26,8	209,9	339,225

1 Poggendorff Ann. XXIII. 144.

Aufserhalb der Grenze der Passatwinde auf der nördlichen Halbkugel beobachtete Erman:

Breite N.	Länge W.	Barometer	Breite N.	Länge W.	Barometer
26°,0	239°,2	338''',199	40°,6	345°,5	340''',095
29,2	238,8	336,912	40,8	157,8	336,305
29,5	345,0	338,404	41,0	233,0	336,681
31,5	156,9	335,778	43,4	157,8	338,640
31,9	319,6	339,951	44,0	330,0	338,510
33,8	157,4	334,972	45,6	350,0	340,444
34,2	234,6	336,802	46,5	227,0	335,196
34,2	344,4	337,242	47,5	342,0	339,126
34,7	318,4	340,491	48,0	158,1	337,562
37,5	236,7	336,735	51,3	221,4	336,107
38,5	341,5	336,860	52,5	158,9	335,172
38,9	158,4	335,042	54,7	221,3	337,060
39,0	323,9	339,469	57,5	224,8	335,293

Wir haben hier zwar keine aus längere Zeit fortgesetzten Beobachtungen erhaltene mittlere Resultate, sondern nur aus denen eines einzelnen Tages entnommene, allein dagegen sind sie wenigstens zuverlässig und als solche von gröfserem Werthe; Horner's Beobachtungen dagegen können in Beziehung auf die Frage über die absolute Barometerhöhe unter verschiedenen Breitengraden nicht als entscheidend gelten, weil er sie selbst für ungenügend hält, und ebendieses gilt auch von den Beobachtungen auf Cook's Reise, denen die Correction wegen der Temperatur abgeht. Schouw führt dagegen noch eine Reihe von Beobachtungen an, welche durch Lund auf einer Reise von Kopenhagen nach Brasilien gemacht wurden [1]. Auf 0° C. reducirt geben diese für 36° bis 20° N. B. 338''',27, für 20° bis 10° N. B. 336''',28, für 10° bis 0° N. B. 334''',65, für 0° bis 10° S. B. 334''',98, für 10° bis 20° S. B. 335°,86. Diese Werthe, namentlich die für niedere Breiten, sind jedoch so klein, dafs sie sich mit andern kaum vereinigen lassen, gleichen aber sehr den durch v. Horner erhaltenen.

54) Zu diesen auf Seereisen nur an einem Tage erhaltenen Gröfsen setzt Schouw diejenigen, welche aus mehrere Tage und selbst längere Zeit fortgesetzten Beobachtungen gefunden wurden, die allerdings von weit gröfserem Werthe

1 Aus Tidsskrift for Naturvidenskaberne. T. V. p. 91.

sind. Nach Anwendung der erforderlichen Correctionen fand FREYCINET auf Isle de France unter 20° S. B. 338''',9, auf Timor 10° S. B. 336''',23, zu Rio-Janeiro 23° S. B. 339''',95, TRENTEPOHL zu Fort Christianborg in Guinea 5° 24' N. B. mit einem genau verglichenen Barometer 336''',95, HORNBECK auf St. Thomas unter 19° N. B. gleichfalls aus einem Jahre im Mittel 337''',13. Die mittlere Barometerhöhe ist ferner nach v. HUMBOLDT zu Cumana unter 10° N. B. 336''',28, nach BOUSSINGAULT zu Guayra unter 10° N. B. 336''',98, nach PENTLAND zu Peru unter 12° 30' S. B. 337''',35. Für minder genau hält SCHOUW folgende Bestimmungen. FERRER's zweijährige Beobachtungen zu Havana geben für 23° N. B. im Mittel 336,99 ohne Correction für die Höhe. Zu Thortorn in Sierra Leone unter 9° N. B. erhielt SABINE 336''',13 und zu Ascension unter 8° S. B. 338''',13. Für die Zonen von 20° bis 35° der Breite werden folgende Gröfsen angegeben. HEINEKEN's zweijährige Beobachtungen zu Funchal auf Madeira unter 32°,5 N. B. geben reducirt 339''',2, ESCOLAR's[1] dreijährige zu Sta. Crux auf Teneriffa unter 28° N. B. als Mittel der monatlichen Extreme reducirt 338''',44 oder auf das absolute Mittel reducirt 338''',77, welches von LAMANON's im J. 1785 erhaltenen Resultate = 339''',00 nur unbedeutend abweicht. L. v. BUCH erhielt zu Las Palmas auf Gran Canaria unter 28° 37' N. B. vom 21. Juli bis 10. Aug. 339''',09, zu Puerto Orotava unter 28° 23' aus zwei Reihen Beobachtungen, jede von 7 Tagen, im Mittel 338''',08, auf Lancerote in 3 Tagen 339''',80; ESCHWEGE zu Rio Janeiro, wenn man die gefundene Gröfse nach DORTA's Bestimmungen corrigirt, 338''',69. Die achtjährigen wichtigen Beobachtungen, welche v. HUMBOLDT von POHLMANN und WAHLSTRAND erhielt, geben für die Capstadt unter 33° S. B. im Mittel 338''',24. Diese Gröfse stimmt sehr genau mit derjenigen überein, welche RICHENET aus einjährigen Beobachtungen zu Macao unter 23° N. B. erhielt, nämlich 338''',23, welches zwar nicht für die Höhe corrigirt wurde, allein da diese sicher nur gering ist, so kann füglich 338''',5 angenommen werden. Einen ungewöhnlich hohen

---

1 Diese Bestimmungen, so wie die von L. v. BUCH und ESCHWEGE, sind Th. I. S. 916. bereits erwähnt worden; ich führe sie des Zusammenhanges wegen, und wenn sie abgeändert sind, hier wieder an.

Barometerstand geben die in DENHAM's und CLAPPERTON's Reise enthaltenen Beobachtungen zu Tripolis aus den Monaten November bis März, nämlich für die mittlere Temperatur von 11°,6 R. corrigirt 341''',28 ohne eine Correction für die Höhe. Nach SCHOUW kann aber COUTELLE's[1] Messung zu Cairo unter 30° N. B., wo er für 0° C. corrigirt im Mittel 336''',41 fand, nicht als Gegenbeweis gegen den hohen Barometerstand unter 30° N. B. angeführt werden, weil die Höhe nicht angegeben worden ist; allein diese Stadt liegt an den Ufern des Nils, welcher aus Rücksichten auf die dortige Ueberschwemmung nicht füglich mehr als 50 Fuſs Fall haben kann, wonach jene Gröſse corrigirt etwa 337 Linien wird, und da die Beobachtungen an Genauigkeit denen zu Tripolis schwerlich nachstehn, so beweisen beide neben einander gestellt den Einfluſs örtlicher Bedingungen.

55) Einen überaus schätzbaren Beitrag zur Beantwortung der vorliegenden Frage hat SCHOUW selbst geliefert, indem er auf seinen Reisen in Italien ein Barometer von NEWMAN mit dem Normalbarometer zu Altona und hiermit wieder die Barometer auf den verschiedenen Observatorien verglich, um die mit letzteren längere Zeit hindurch angestellten Beobachtungen zu corrigiren, wobei er noch auſserdem durch gleichzeitige Beobachtungen am Meeresufer und im Innern des Landes die Höhe der Beobachtungsorte ausmittelte. Gegen dieses auf jeden Fall sehr zweckmäſsige Verfahren läſst sich bloſs der bereits erwähnte Einwurf machen, falls wir diesen als gegründet annehmen, daſs Beobachtungen an den Meeresküsten überhaupt keine zuverlässigen Resultate geben, selbst wenn sie eine längere Zeit hindurch anhaltend fortgesetzt werden, wie von den Küsten der Nord- und Ostsee wohl ohne Widerrede gültig ist. Auf diese Weise fand SCHOUW aus siebenjährigen Beobachtungen von BRIOSCHI auf dem Capo di monte bei Neapel unter 40° 50' N. B. als reducirtes Mittel 337''',94, für Livorno unter 43° 33' N. B. 337''',8, für Florenz unter 43° 46' N. B. nach INGHIRAMI's neunjährigen Beobachtungen 337''',76, für Bologna unter 44° 29' N. B. aus fünfjährigen Beobachtungen von CATUREGLI und MORATI 337''',87, für Padua unter 45° 23' N. B. aus funfzehnjährigen Beobachtungen im Giornale

1 Description de l'Égypte. T. XIX.

astrometeorologico 337'',87. Ebendiese Beobachtungen aber, auf gleiche Weise corrigirt und auf den Meeresspiegel nach der durch SARTINI angenommenen Höhe von 94,5 F., die schwerlich zu grofs ist, reducirt, geben 338''',21, was ich für richtiger halten und daraus einen abermaligen Beweis hernehmen möchte, dafs die Barometer an den Meeresküsten unter mittleren und höhern Breiten meistens niedriger stehn, als den gegebenen Orten zukommt. Auch Padua ist seiner Lage nach sehr dazu geeignet, einen Normalpunct zur Ausmittelung des absoluten Barometerstandes abzugeben. Der mittlere Barometerstand zu Altona unter 53° 35' ist nach sechsjährigen Beobachtungen 337'',09. In Palermo unter 38° 9' N. B. konnte SCHOUW wegen beschädigten Barometers nicht selbst eine Vergleichung anstellen, aus einer durch HERSCHEL vorgenommenen aber findet er die mittlere corrigirte Barometerhöhe dort 338'',21, für London aber unter 51° 31' N. B. aus siebenjährigen Beobachtungen von 1823 bis 1829 nach gehöriger Reduction 337''',33.

56) Einige Bestimmungen, welche bereits[1] angeführt sind, hat SCHOUW gleichfalls aufgenommen, jedoch weichen seine Angaben in Folge anderer Reductionen etwas ab. Dahin gehören unter andern die mit den Barometern der Mannheimer Gesellschaft erhaltenen, die man durch eine Correction von 0,26 Linien, welche Gröfse ich von einem gleichen, im hiesigen Cabinette befindlichen Barometer entnehme, der Wahrheit näher bringt. Hiernach fand SILVABELLE zu Marseille unter 43° 17' im Mittel 337''',64, VAN DER PERRE zu Middelburg unter 51° 30' N. B. 336''',86, VAN SWINDEN zu Delft unter 52° N. B. 336''',97, WILSE zu Spydberg unter 59° 18' N. B. 336''',42 und auf dem Observatorium zu Stockholm unter 59° 20' erhielt man nur 335''',91 par. Lin. Die Bestimmungen von DANGOS für Malta unter 35° 53' N. B. zu 337''',042, von DALTON für Keswick und Kendal unter 54° 24' zu 337''',00, von FLEURIAU DE BELLEVUE für Rochelle unter 46° 9' zu 338''',833 und von HERZBERG für Stift Bergen unter 60° 10' zu 335''',85 finde ich keinen Grund abzuändern.

57) SCHOUW theilt ferner noch folgende Bestimmungen

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 916.

mit. Guerin erhielt zu Avignon unter 43° 57′ aus zehn Jahren 337‴,80; das Mittel aus 11jährigen Beobachtungen nach Arago und Bouvard giebt für Paris unter 48° 50′ N. B. 337‴,81; nach de la Marmora ist nach dreijährigen Beobachtungen der mittlere Barometerstand zu Cagliari unter 39° 27′ N. B. 337‴,03; nach Risso zu Nizza unter 43° 41′ N. B. 336‴,5; nach Neuber zu Apenrade unter 55° N. B. 336‴,72; nach Strehlke zu Danzig unter 54° 20′ N. B. 336‴,95; nach Sommer zu Königsberg unter 54° 42′ nach achtjährigen Beobachtungen 337‴,12; nach L. Euler zu Petersburg unter 59° 56′ N. B. aus zwanzigjährigen Beobachtungen 336‴,89; nach Forbes zu Edinburg unter 55° 56′ N. B. aus 4410 Beobachtungen 336‴,13; nach Dalton zu Manchester unter 53° 28′ aus 25jährigen Beobachtungen 337‴,82 und aus den letzten 15jährigen, mit dem nämlichen Barometer angestellten sogar 338‴,49, welcher bedeutende Unterschied nothwendig auf irgend einem Fehler beruhn muſs, inzwischen ergiebt sich so viel unverkennbar, daſs der Luftdruck im Innern des Landes gröſser ist, als an den Küsten. Am merkwürdigsten sind aber die auffallend niedrigen Barometerstände unter höhern Breiten und insbesondere an Küstengegenden, worauf Schouw die Hypothese einer naturgesetzmäſsigen Abnahme des mittlern Barometerstandes mit zunehmender Breite gründet. Hierhin gehören die für Christiania unter 59° 54′ durch Hansteen aus achtzehnmonatlichen Beobachtungen gefundene Bestimmung von 335‴,91, jedoch nicht wenig abweichend von der, welche Esmark für ebendiesen Ort angiebt, nämlich 336‴,30, die von Thorstensen für Näs bei Reikiavig auf Island unter 64° N. B. aus 13jährigen Beobachtungen gefundene von 333‴,36 und die durch Capitain v. Scheel zu Eyafiord an der Nordküste dieser Insel unter 66° N. B. erhaltene von 334‴,06, welche mit Mackenzie's Angabe von 29,645 engl. Zoll oder 334‴,788 par. Lin. vermuthlich bei 4°,53 C. sehr gut übereinstimmt. Hierhin gehören dann ferner die Messungen in Grönland, von denen die Kopenhagener Gesellschaft der Wissenschaften die Register besitzt, wonach Dr. Pingel zu Frederikshaab unter 62° 30′ N. B. aus 5 Beobachtungen täglich in den Monaten October bis April nur 331‴,8 erhielt. Mit dieser auffallend geringen Gröſse stimmt sehr genau das Resultat überein, welches Ginge aus 6monatlichen Beobach-

tungen zu Gothaab unter 64° N. B. mit einem Mannheimer Barometer ableitete, nämlich mit Hinzufügung der oben angegebenen Correction 331''',49, genauer aber ist der dortige mittlere Barometerstand durch Mühlenphort mittelst eines zu Kopenhagen verglichenen Barometers in den Jahren 1816 bis 1821 zu 333''',36 aufgefunden worden. Alle frühere Resultate wurden im Winter und Frühling erhalten, und ihre Uebereinstimmung unter sich, so wie ihre Vergleichung mit dem letztern setzt es wohl aufser Zweifel, dafs dort im Winter ein niedrigerer Barometerstand herrscht, als im Sommer. Für Godhavn unter 68° N. B. lieferte Major Fasting 20 Monate fortgesetzte Beobachtungen, welche nach gehörigen Correctionen für diesen Ort 334''',03 geben. Frühere Beobachtungen des Capitain Graah 10 Monate hindurch an demselben Orte geben 334''',35. Zu Upernavik unter 73° N. B. beobachtete Corsten 11 Monate lang dreimal täglich und erhielt als reducirtes Mittel 334''',77. Eine hierdurch angezeigte Vergröfserung des mittleren Barometerstandes unter höheren Breiten findet Schouw durch Parry's Beobachtungen auf Melville unter 74° 47' N. B. bestätigt; denn obgleich die Angaben zur Reduction auf 0° C. fehlen, so läfst sich doch mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs die Temperatur an der Wand, wo das Barometer hing, im Mittel nicht über 0° C. hinausging, und dann ist das Mittel 336''',37. Ebendessen Beobachtungen bei der Winter-Insel unter 66° N. B. vom 15. Oct. 1821 bis 7. Juni 1822, für die mittlere Temperatur der Luft = 11°,25 F. corrigirt, geben im Mittel 335''',66 und zu Igloolik unter 69° 30', für 19°,89 F. corrigirt, 337''',2, welche Bestimmungen zwar wegen der blofs auf Wahrscheinlichkeit beruhenden Correction für die Temperatur nicht für absolut genau gelten können, aber dennoch im Allgemeinen genugsam beweisend sind. Eine sehr schätzbare Reihe von Beobachtungen hat Scoresby bei seinen wiederholten Reisen auf den Wallfischfang aufgezeichnet, aus denen, die mittlere Breite der besuchten Orte zu 75° 30' angenommen, und für die gleichfalls bemerkte Mittelwärme der Luft corrigirt, eine mittlere Barometerhöhe von 336''',33 hervorgeht. Erman hat durch die von ihm in einigen Gegenden Sibiriens, namentlich zu Ochozk, beobachteten ungemein niedrigen Barometerstände einen hauptsächlichen Impuls gegeben, diesen Gegenstand in nähere Betrachtung zu ziehn

und über den höchsten ungleichen Luftdruck unter verschiedenen Breiten und Längen Auskunft zu suchen. SCHOUW bemerkt jedoch mit Recht, dafs zu einer entscheidenden Bestimmung seine eigenen Beobachtungen einen viel zu kurzen Zeitraum umfassen. Dagegen gewähren die von ihm mitgetheilten Beobachtungen des Capitain STANITZKY in Peter-Paulshafen unter 52° 30′ N. B., welche ein Jahr umfassen, eine gröfsere Sicherheit und geben nach den erforderlichen Correctionen 334‴,06, ebenso wie die des Capitain TSCHISTJAKOFF auf Sitka unter 57° N. B., die jedoch nur 10 Monate hindurch fortgesetzt wurden, aus denen als jährliches Mittel 334‴,9 folgt, mit einer etwa 1‴,5 betragenden Ungewifsheit. Aus hohen südlichen Breiten führt SCHOUW blofs die Beobachtungen an, welche Capitain KING zu Port-Famine unter 53° 30′ S. B. vom Februar bis August 1828 fünfmal täglich anstellte und welche nach den gehörigen Reductionen 331‴73 als jährliches Mittel geben.

58) Da der Zweck unsers Werkes vorzüglich erfordert, die vorhandenen Thatsachen, mit Uebergehung der einer Beachtung unwerthen, möglichst vollständig zusammenzustellen, um bei dem übergrofsen Reichthum derselben dem Forscher die Uebersicht des bereits Bekannten zu erleichtern, so füge ich noch Folgendes hinzu. FLINDERS[1] führt in seinem Reiseberichte die unter verschiedenen südlichen Breiten beobachteten Barometerstände an. Zuweilen sind jedoch nur die Extreme angegeben, aus denen man das Mittel nehmen mufs, und im Ganzen sind die Barometerstände weder für die Wärme noch die Capillarität gehörig corrigirt. Unter der Voraussetzung also, dafs die angegebene Temperatur der Luft auch die des Quecksilbers im Barometer gewesen sey und dafs für eine Weite der Röhre zwischen 2 und 3 Linien die Capillardepression durch 0‴,35 corrigirt werden könne, erhält man folgende reducirte Werthe.

12°	48′	S. B. =	335‴,5515	33°	41′	S. B. =	337‴,2714
17	21	— =	335,0448	33	52	— =	336,9608
20	0	— =	335,1000	34	44	— =	337,5532
21	50	— =	338,4500	35	0	— =	335,1780

1 Dessen Reise. Weim. 1816.

Die auffallenden Gröfsen für 21° 50′ und für 35° 0′ abgerechnet zeigen diese Beobachtungen eine auch auf der südlichen Hemisphäre mit den Breitengraden zunehmende Barometerhöhe, zur Bestimmung des absoluten Luftdrucks sind aber diese Angaben ebensowenig genügend, als die von HORNER und COOK, weil die Richtigkeit des Barometers nicht verbürgt ist. Eine schätzbare Angabe für die südliche Halbkugel ist die aus Paramatta unter 33° 48′ 42″ S. B. und 150° 1′ östl. Länge von Greenwich, wo im Jahre 1823 die mittlere Barometerhöhe 62 F. über dem Meere 29,89 engl. Zoll betrug[1], also für 64° F. und die Capillarität corrigirt und auf den Meeresspiegel reducirt 336,634 par. Lin., wenn anders diese Bestimmung in allen Theilen für genau gelten kann.

Sehr genau hiermit übereinstimmend ist der mittlere Barometerstand, welcher aus Beobachtungen unter BRISBANE's Aufsicht ein ganzes Jahr lang zu Port Macquarie unter 31° 26′ S. B. und 207° 3′ westl. L. von Gr. angestellt erhalten wurde, nämlich für die zugleich angegebene Temperatur corrigirt und auf den Meeresspiegel reducirt 336,56 par. Lin. RIVERO beobachtete im Jahre 1826 vom 2. bis 5. Juni das Barometer stündlich zu Callao unter 12° 1′ S. B. und 41° 37′ w. L. von Gr. in einer Höhe von 7 Meter über dem Meeresspiegel. Der hieraus erhaltene corrigirte und auf den Meeresspiegel reducirte Barometerstand beträgt nach J. OLTMANNS[2] 337,2214 par. Lin., eine Bestimmung, die aus Rücksicht auf die Oertlichkeit wohl für genau gelten kann. Einen sehr schätzbaren Beitrag zur Beantwortung der vorliegenden Frage hat HERSCHEL[3] geliefert, indem er RYAN zu Beobachtungen eines genauen, mit dem Londoner Standart-Barometer verglichenen Instruments auf seiner Reise vom Cap bis Calcutta veranlasste. Folgende Uebersicht stellt die erhaltenen Resultate dar.

---

1 Edinburgh Journ. of Science. N. I. p. 83. Dublin. Philos. Journ. N. I. p. 150.

2 Astronomische und hypsometrische Grundlagen der Erdbeschreibung. Stuttg. 1831. S. 72.

3 London and Edinb. Philos. Mag. N. XLIV. p. 78.

Nördliche u. südliche Breite	Mittl. N. u. S. Breite	Zahl d. Beob.	Mittl. corr. Barom.-Stand
0° bis 5°	0° 41′	7	335,770 par. Lin.
5 — 15	9 50	10	336,085 — —
15 — 25	19 12	8	338,123 — —
25 — 35	31 0	10	339,192 — —
35 — 40	38 25	24	337,043 — —

Die geringe Höhe unter der Linie leitet Herschel von aufwärts gehenden Luftströmungen ab.

Einen reichhaltigen Beitrag von Barometerbeobachtungen im atlantischen Oceane sowohl auf der südlichen, als auch auf der nördlichen Halbkugel erhielt Al. v. Humboldt[1] vom Capitain Quevedo, und sie sind um so wichtiger, da das gebrauchte Barometer zuvor verglichen wurde. Die corrigirten und auf 0° C. reducirten Barometerstände in par. Linien sind folgende.

Breite	Barom.	Breite	Barom.	Breite	Barom.
35° 7′ S.	338,191	11° 32′ S.	334,420	13° 17′ N.	336,322
34 4 —	335,489	9 2 —	333,958	15 24 —	335,759
33 45 —	334,071	6 29 —	333,732	17 36 —	335,759
30 4 —	336,332	4 26 —	333,382	19 53 —	336,210
28 45 —	336,311	2 2 —	333,493	21 30 —	336,885
26 24 —	335,635	0 57 —	333,958	23 40 —	335,781
23 23 —	334,972	0 17 N.	333,622	25 29 —	336,885
21 24 —	335,779	2 3 —	333,732	27 32 —	337,448
19 48 —	335,236	4 32 —	333,493	28 58 —	338,123
18 4 —	335,562	6 20 —	333,622	30 46 —	339,249
16 16 —	335,342	9 23 —	334,519	32 22 —	339,249
14 4 —	335,342	11 12 —	334,972	34 59 —	340,938

Der niedrige Barometerstand unter der Linie und seine Zunahme nach beiden Seiten hin wird auch hierdurch aufser Zweifel gesetzt. Aus seinen Beobachtungen in der Südsee mit demselben Barometer erhielt Quevedo folgende corrigirte und auf 0° reducirte Gröfsen.

1 Poggendorff Ann. XXXVII. 245.

Breite	Barom.	Breite	Barom.	Breite	Barom.
19° 15′ S.	335,726	30° 40′ S.	338,235	40° 48′ S.	338,191
21 8 —	335,647	31 35 —	338,235	43 27 —	339,046
23 32 —	336,107	32 20 —	338,235	45 48 —	339,733
25 2 —	336,547	33 5 —	338,517	47 37 —	339,763
26 12 —	336,885	34 16 —	338,235	50 8 —	339,773
27 49 —	338,010	35 25 —	337,741	54 25 —	335,559
29 5 —	338,573	38 17 —	340,037	57 24 —	336,423

Diese Resultate sind nur aus einzelnen Beobachtungen erhalten, aber mit dem nämlichen Barometer, und hieraus erklärt sich die im Ganzen regelmäfsige Zunahme der Barometerhöhen. Aus Beechey's Reise[1] theilt von Humboldt einige mittlere Resultate der im atlantischen Oceane angestellten stündlichen Beobachtungen mit, die zu den besten, von Reisenden gelieferten gehören sollen.

Breite	Barom.	Breite	Barom.
Von 25° N. bis 20° N.	338,032	Von 0° S. bis 5° S.	336,859
— 20 — — 15 —	337,841	— 5 — — 10 —	337,455
— 15 — — 10 —	337,268	— 10 — — 15 —	337,932
— 10 — — 5 —	336,986	— 15 — — 20 —	338,202
— 5 — — 0 —	336,603	— 20 — — 23 —	338,235

Auch die Angaben der französischen Akademiker nach der noch vorhandenen Inschrift an der Jesuitenkirche zu Quito unter 0° 3′ 18″ S. B., wonach der auf den Meeresspiegel reducirte mittlere Barometerstand bei 0° C. dort 336‴,00 betragen soll, darf wohl nicht übergangen werden. Ohne allen Zweifel ist hierbei die Capillarität nicht berücksichtigt und dann liefse sich näherungsweise nach der Art der damaligen Barometer 336,4 Lin. annehmen, mit andern Bestimmungen sehr genau übereinstimmend. Anhaltende genaue Beobachtungen, welche Dr. Gairdner[2] anscheinend mit grofser Sorgfalt auf dem Schiffe anstellte, geben für die nördlich und südlich dem Aequator zunächst liegenden Breitengrade im Mittel im stillen Oceane nördlich 30,093, südlich 29,965 und im atlantischen Meere nördlich 30,003, südlich 29,895, also im Mittel 29,989 engl. Zoll. Wird diese Gröfse bei mangelnder genauer Bestimmung der Temperatur nach der angegebenen mittleren

1 Voyage to the Pacific. T. II. p. 678.
2 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 292.

Wärme auf 0° reducirt und für die sicher nicht beachtete Capillarität annähernd corrigirt, so erhält man für den mittlern Barometerstand unter der Linie 336,494 par. Linien.

59) Auf der nördlichen Halbkugel giebt es der Beobachtungen eine weit gröfsere Zahl, und ich kann daher noch einige zusetzen. MACRITCHIE[1] beobachtete in den Jahren 1827 und 1828 täglich dreimal die meteorologischen Werkzeuge zu Bancoorah in Ostindien unter 23° 20′ N. B. und 87° 12′ östl. Länge. Das uncorrigirte Mittel des Barometerstandes am Mittage war 29,715 engl. Zoll, und wenn dieses für die mittlere Temperatur von 79°,87 F. und 215 engl. Fufs Höhe über dem Meere corrigirt wird, so beträgt die mittlere Barometerhöhe 335,757 par. Lin. Der eben genannte Dr. GAIRDNER[2] beobachtete zu Fort Vancouver unter 45° 38′ N. B. an der Mündung des Columbia-Flusses das Barometer ein Jahr lang und erhielt als Mittel bei 0° C. 337,785 par. Lin. Dabei wird angenommen, dafs die Höhe über dem Meeresspiegel unbedeutend und kein Einflufs der Capillarität vorhanden war. Der mittlere Barometerstand, wie er aus langjährigen Beobachtungen für Washington unter 38° 50′ N. B. angegeben wird[3], höchst wahrscheinlich für die Wärme corrigirt, weil er im Winter gröfser ist, als im Sommer, beträgt 336,907 par. Lin., also mit der Correction für die Capillarität und die Höhe annähernd 337,857 par. Lin. Am Mississippi unter 31° 28′ N. B. geben die Beobachtungen von ANDREW ELLICOT[4] in den Jahren 1830 bis 1833 im Mittel 337,335, wofür wegen der Höhe bis zum Meeresspiegel etwa 337,78 par. Lin. gesetzt werden kann. Zu Triest unter 45° 46′ fand STADLER[5] aus zwanzigjährigen Beobachtungen den mittleren corrigirten Barometerstand = 337,583, und wenn man zur Reduction auf den Meeresspiegel noch 0,2 Lin. hinzusetzt, so gäbe dieses 337,78 par. Linien. Nach einjährigen Beobachtungen zu Cheissac (Cantal in der Auvergne) im Jahre 1833 in einer Höhe

---

1 Edinb. New Phil. Journ. N. XXVI. p. 337.

2 Ebendaselbst N. XXXIX. p. 67.

3 Trans. of the Amer. Phil. Soc. held at Philad. N. S. T. III. p. 432. T. IV. p. 23.

4 Ebendaselbst T. IV. p. 28.

5 Kastner Archiv Th. VI. S. 69.

von 470 Meter über dem Meeresspiegel war der auf 0° C. reducirte mittlere Barometerstand 721,25 Millimeter[1]. Wird diese Gröfse bei einer mittleren Temperatur von 13°,3 C. auf den Meeresspiegel reducirt und die Capillardepression mit 0‴,35 hinzugefügt, so erhält man den mittleren Barometerstand = 338,51 par. Linien. Aus Beobachtungen zu London[2] in den Jahren 1827 bis 1830 findet Forbes den auf 0° C. und bei 95 Fufs Höhe auf den Meeresspiegel reducirten mittleren Barometerstand = 337,17882 par. Lin., also wenig abweichend von der oben durch Schouw gefundenen Bestimmung. Es läfst sich jedoch aus dem, was Hudson[3] über seine späteren genauen Beobachtungen anführt, die Vermuthung entnehmen, dafs diese Gröfse wegen der Capillarität zu klein sey, und wir haben eine völlig genaue Bestimmung noch zu erwarten. William Macritchie[4] hat vierjährige, zu Clunie in Pertshire unter 56° 35′ N. B. und 186 engl. Fufs über der Meeresfläche angestellte Mittagsbeobachtungen mitgetheilt. Für die angegebene mittlere Temperatur corrigirt und auf den Meeresspiegel reducirt geben sie im Mittel 336,05 par. Linien. Eine sehr genaue Bestimmung erhalten wir aus Quetelet's[5] Beobachtungen im Jahre 1833 zu Brüssel. Werden die für Temperatur und Capillarität corrigirten Resultate auf den Meeresspiegel bei einer nivellirten Höhe von 49,19 Meter und einer mittleren Temperatur von 11°,09 C. reducirt, so erhalten wir den mittleren Barometerstand = 336,97 par. L. Einjährige Beobachtungen zu Kinfauns-Castle[6] unter 56° 53′,5 N. B. und 150 engl. Fufs über dem Meeresspiegel geben für die Höhe, die Temperatur und Capillarität corrigirt die immer noch sehr geringe und durch örtliche Einflüsse verminderte mittlere Gröfse von 335,4168 par. Linien. Eine lange Reihe von Beobachtungen, welche nicht weniger als 50 Jahre umfassen, zu Bützow unter 53° 54′ N. B. und 12° 9′ 7″,5 östl. Länge von Greenw. mit einem leider nicht absolut, aber doch nahe ge-

1 Annales d'Auvergne. T. VII. p. 144.

2 Philos. Trans. 1831. p. 227.

3 Phil. Trans. 1832. p. 575.

4 Edinburgh Phil. Journ. N. XXVI. p. 354.

5 Aperçu historique des Observations de Météorologie. Brux. 1834. 4.

6 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389.

nauen Barometer von Brander 34 F. über der Meeresfläche angestellt, geben im Mittel durch Nizze[1] auf 0° C. und den Meeresspiegel reducirt 336,968 par. Lin. Die Mittagsbeobachtungen zu Stralsund unter 54° 19′ N. B. und 13° 20′ östl. L. von G. mit einem Pistor'schen Barometer angestellt und gleichfalls durch Nizze[2] auf 0° C. und den Meeresspiegel reducirt geben 336,938 par. Lin. Von vorzüglicher Wichtigkeit wegen des ihnen gebührenden Vertrauens sind die neuesten Beobachtungen zu Petersburg in den Jahren 1831, 1832 und 1833, deren einzelne Mittel nur wenig von dem Mittel aller abweichen[3]. Auf 0° C. und den Meeresspiegel reducirt erhält man für Petersburg unter 59° 56′ N. B. und 30° 24′ östl. Länge von Gr. 337,1742 par. Lin. Wrangel giebt als mittleren auf 0° C. reducirten Barometerstand im sibirischen Eismeere unter 67° 30′ bis etwa 73° N. B. 337,48 par. Lin. an[4]. Da seine Untersuchungen bis zum Cap Schelagskoi reichten und hauptsächlich in dieser Gegend von ungefähr 160° bis 170° östl. Länge von Greenwich angestellt wurden, so kam er selbst über den Meridian von Ochotzk hinaus, und sein erhaltenes Resultat ist also wegen der Vergleichung mit dem von Erman in der Gegend der letztern Stadt gefundenen auffallend niedrigen Barometerstande von höchster Wichtigkeit. Noch will ich bemerken, daſs nach dem Mittel aus neunjährigen Beobachtungen in den Jahren 1822 bis 1830 der Barometerstand zu Danzig 64 Fuſs über der Meeresfläche 337,0267 par. Lin. betrug, wobei ich voraussetze, daſs hierin die Correction für die Höhe über der Meeresfläche schon begriffen ist.

60) Den eben erwähnten Beobachtungen im sibirischen Eismeere lassen sich sehr gut die der neuesten englischen Reisenden im americanischen Polarmeere gegenüberstellen. Parry's frühere Beobachtungen sind bereits von Schouw angeführt; wohl noch interessantere Resultate geben jedoch die auf seiner dritten Reise gröſstentheils zu Port Bowen angestellten[5].

---

1 Schumacher Astron. Nachr. Th. V. S. 208.
2 Ebend. Th. VII. S. 340.
3 Mém. de Petersbourg. VIme Sér. T. III.
4 Erman's Reise. Th. I. S. 381.
5 Journ. of a third Voyage for the Discovery of a North-West

Im Hafen selbst wurde zuerst um 15^h, 21^h, 3^h und 9^h oder nach bürgerlicher Zeit um 3 und 9 Uhr Vormittags und ebenso Nachmittags beobachtet, dann aber um 4 und um 10 Uhr und endlich um 5 und 11 Uhr nach bürgerlicher Zeit. Die tägliche Oscillation fiel auf 4 und 10 Uhr, betrug nur 0,01 Zoll engl. und war umgekehrt in Vergleichung mit der unter niedrigen Breiten, d. h. das Maximum fiel auf 4 Uhr. Das corrigirte Mittel der Barometerhöhen zwischen dem 60sten und 74sten Breitengrade war in den Jahren 1824 und 1825 nach engl. Zoll in den Monaten

Juni . .	29,9160	November	29,8984	April .	30,0667
Juli . .	29,7906	December	29,8689	Mai . .	30,0167
August .	29,6503	Januar .	29,7612	Juni . .	29,8889
September	29,6888	Februar .	29,8867	Juli . .	29,8170
October	29,9623	März .	30,1070	August .	29,6833

Im Monat September kam das Schiff von 70° bis 57° N. B. herab und der mittlere Barometerstand auf dieser Strecke war = 29,7435, also noch gröſser als der zu Port Bowen das Jahr vorher in demselben Monate erhaltene. Das Barometer kündigte auf dieser Reise die Wetterveränderungen nicht vorher an, vielmehr geschah dieses erst, als das Schiff unter den 60sten Grad der Breite herabgekommen war[1]. Unter den höheren Breiten fielen seine Schwankungen mit den Aenderungen des Wetters gleichzeitig zusammen, in zwei Fällen aber fiel es auch bei einem heftigen Sturme nicht, und als ein solcher im April eine ganze Woche anhielt, blieb es unverändert auf 30 Zoll. Der gröſste Unterschied vom 60sten bis zum 74sten Breitengrade während 16 Monaten war: das Minimum 1824 im September = 29,030 und das Maximum 1825 im Mai = 30,683, mithin betrug die absolute Gröſse der Oscillation nur 1,653 engl. Zoll. Der mittlere Barometerstand aus den 15 Monaten beträgt 336,28752 par. Linien und mit Hinzufügung der ohne Zweifel nicht schon corrigirten Capillardepression 336,63752 par. Linien. Vergleichen wir diese Gröſse mit der durch Ross zu Felix-Harbour unter 70° N. B. aus 30 Monate an-

Passage cet. Under the Orders of Capt. W. E. Parry. Lond. 1826. 4. p. 68.

1 Ebendas. S. 169.

haltenden Beobachtungen gefundenen, gleichfalls für die Capillarität corrigirten und auf 0° C. reducirten Mittel von 337,55965 par. Linien, so ergiebt sich ein Unterschied von 0,92213 par. Linien, welcher schwerlich gröfser ist, als die gewöhnlichen Differenzen der jährlichen mittleren Barometerstände zu seyn pflegen.

61) Ehe ich die hier mitgetheilten mittleren Barometerstände übersichtlich nebeneinander stelle, mufs erst noch die Frage zur Untersuchung kommen, ob sich die Grade der Länge für diese Gröfsen als bedingend zeigen. Wird hierunter blofs verstanden, ob an Orten von ungleicher Länge aber gleicher Breite verschiedene mittlere Barometerstände statt finden, so unterliegt ihre Bejahung keinem Zweifel, denn dieses geht aus vielen der mitgetheilten Gröfsen unverkennbar hervor; bezieht sich aber die Aufgabe darauf, ob unter gewissen Längengraden die mit den Breitengraden sich ändernden Barometerhöhen regelmäfsige, aber verschiedene Gesetze befolgen, so dafs sich regelmäfsig gekrümmte, die Parallelen schneidende, *isobarische*[1] *Linien* (für gleiche mittlere Barometerstände) entwerfen liefsen, dann wird die Antwort ungleich schwieriger. Erman[2] nimmt hauptsächlich nach seinen eigenen Beobachtungen vier solche Meridiane an, indem er den azorischen, den Cap-Verdischen, den Sitka-Panamischen und den Ochotzk-Kamtschatkischen unterscheidet, von denen dann der erste der *meizonobarische*, der letzte der *meionobarische* seyn soll. Es sind hierfür allerdings bedeutende Gründe vorhanden, und man kann nicht in Abrede stellen, dafs Erman die verschiedenen Barometerstände hiernach ziemlich unter einander harmonirend geordnet hat. Inzwischen bringt Schouw gewichtige Einwendungen hiergegen vor, worunter wohl am bedeutendsten ist, dafs der Azorische und der Cap-Verdische einander zu nahe liegen, die beiden letzteren Meridiane aber nach zu kurz dauernden Beobachtungen unterschieden werden. Ein vorzüglicher Einwurf scheint mir aufserdem in Wrangel's Beobachtungen enthalten zu seyn, da diese in den Ochotzkischen Meridian fallen und die mittlere Barometerhöhe ungleich gröfser angeben, als sie in Ochotzk und der Umgegend ge-

1 Eigentlich sollten diese *isobarometrische* heifsen. Vergl. §. 77.
2 Poggendorff Ann. XXIII. 184 ff.

funden wurde. Auf jeden Fall ist wohl, so grofs auch die Menge der bekannten Messungen scheinen mag, ihre Zahl und die Entfernung der ihnen zugehörigen Orte von einander noch keineswegs für eine solche Entscheidung genügend.

62) Die folgende Tabelle enthält eine nach den Graden der Breite geordnete Uebersicht der mittleren corrigirten und auf den Meeresspiegel reducirten Barometerstände, die so eben einzeln angegeben worden sind.

Orte	Breite	Länge w. v. G.	Barometer	Beobachter
Südsee	57° 24′ S.	71° 20′	336‴,42	Quevedo
Port Famine . .	53 30 —	73 20	331,73	King
Cap	33 56 —	341 32	338,24	Puhlmann
Paramatta . .	33 49 —	209 59	336,63	Brisbane
Port Macquarie .	31 26 —	207 3	336,56	Brisbane
Rio-Janeiro . .	22 54 —	43 16	338,69	Eschwege
Isle de France .	20 9 —	309 32	338,92	Freycinet
Peru	17 0 —	69 30	337,35	Pentland
Callao	12 1	41 37	337,22	Rivero
Timor	10 — —	235 20	336,23	Freycinet
Atlantischer Ocean	5 — —	— —	336,85	Beechey
Quito	0 13 —	77 55	336,00	Bouguer
Aequator	0 0	— —	336,00	Beechey
Aequator	0 0	— —	336,49	Gairdner
Aequator	0 14 N.	— —	335,77	Ryan
Christianborg . .	5 24 —	353?	336,95	Trentepohl
Cumana	10 50 —	64 40	336,28	v. Humboldt
Guayra	11 30 —	67 0	336,98	Boussingault
Madras	13 5 —	280 3	337,27	Sykes
Puhna	18 — —	— —	335,26	Sykes
St. Thomas . .	18 22 —	64 52	337,13	Hornbeck
Macao	22 12 —	211 25	338,23	. . . .
Calcutta	22 35 —	271 37	337,31	Sykes
Havanna	23 12 —	82 19	336,99	Ferrer
Bancoorah . . .	23 20 —	272 47	335,76	Macritchie
Gran Canaria .	28 13 —	15 38	339,09	L. v. Buch
Teneriffa	28 14 —	16 32	338,77	Escolar
Cairo	30 3 —	328 30	336,41	Coutelle
Mississippi . .	31 28 —	96 10	337,33	Ellicot
Madeira	32 48 —	16 26	339,20	Heineken
Tripolis	32 53 —	346 55	340,19	Denham und Clapperton
Malta	35 53 —	345 32	337,04	Dangos

Orte	Breite	Länge w. v. G.	Barometer	Beobachter
Palermo	38° 9′N.	346° 28′	338‴,21	Cacciatore
Cagliari . . .	39 27 —	350 41	337,03	Marmora
Neapel . . .	40 50 —	345 48	337,94	Brioschi
Oleron	43 11 —	0 37	338,00	Bellevue
Marseille . . .	43 18 —	354 38	337,38	Silvabelle
Nizza	43 41 —	352 43	336,50	Risso
Florenz . . .	43 47 —	348 43	337,76	Inghirami
Avignon . . .	43 56 —	355 12	337,80	Guerin
Bologna . . .	44 30 —	348 49	337,87	Caturegli
Cheissac . . .	44 54 —	355 10	338,51	. . . .
Padua	45 24 —	349 20	337,87	Astronomen der Sternwarte
Fort Vancouvre .	45 38 —	124 30	337,78	Gairdner
Triest	45 46 —	346 6	337,78	Stadler
Rochelle . . .	46 9 —	1 10	338,10	Fleuriau de Bellevue
Luçon	46 27 —	1 8	338,33	. . . .
Olonne . . .	46 29 —	1 48	338,58	. . . .
Nantes . . .	47 13 —	1 33	338,67	. . . .
Brest	48 22 —	4 31	338,50	. . . .
Strafsburg . . .	48 35 —	352 15	338,36	Herrenschneider
St. Malo . . .	48 39 —	2 3	338,17	. . . .
Paris	48 50 —	357 40	337,53	Bouvard
Mannheim . .	49 29 —	351 32	338,24	v. Heiligenstein
Dieppe . . .	49 56 —	358 56	338,50	. . . .
Brüssel . . .	50 51 —	0 18	336,97	Quetelet
Middelburg . .	51 30 —	356 23	336,86	Van der Perre
London . . .	51 30 —	0 0	337,18	Hudson
Delft	52 00 —	355? —	336,97	Van Swinden
Peter-Pauls-Hafen	52 30 —	202 —	334,06	Stanitzki
Manchester . .	53 28 —	2 27	337,82	Dalton
Altona	53 33 —	350 14	337,09	Schumacher
Bützow . . .	53 54 —	347 51	337,10	Nizze
Stralsund . . .	54 19 —	346 40	336,94	Nizze
Kendal . . .	54 20 —	2 46	336,67	Dalton
Danzig . . .	54 20 —	341 22	336,95	Strehlke
- - - -	— — —	— —	337,03	(9jähr. Beob.)
Keswick . . .	54 36 —	3 4	337,33	Dalton
Königsberg . .	54 43 —	339 31	337,12	Sommer
- - - -	— — —	— —	336,95	Observatorium
Apenrade . . .	55 3 —	350 34	336,72	Neuber
Kopenhagen . .	55 41 —	347 25	338,21	Bugge
Colinton House	55 55 —	3 13	336,13	Forbes

Orte	Breite	Länge w. v. G.	Barometer	Beobachter
Canaan Cottage.	55° 55′ N.	3° 12′	336‴,75	Adie
Edinburg . .	55 56 —	3 11	336,09	Playfair
Clunie . . .	56 35 —	2 50	336,05	W. Macritchie
Kinfauns-Castle	56 53 —	. . .	335,42	Lord Gray
Sitka	57 3 —	136 0	334,90	Tschistjakoff
Spydberg . .	59 18 —	. . .	336,16	Wilse
Stockholm . .	59 21 —	341 56	335,91	Observatorium
Christiania . .	59 55 —	349 15	336,30	Esmark
Petersburg . .	59 56 —	329 24	337,17	Kupffer
Hardanger . .	60 10 —	354 40	335,55	Herzberg
Bergen . . .	60 23 —	354 44	335,58	Bohr
Frederikshaab .	62 30 —	47 40	331,80	Pingel
Reikiavig . .	64 00 —	21 55	333,36	Thorstensen
Gothaab . . .	64 10 —	51 57	331,49	Ginge
— —	— — —	— —	333,36	Mühlenphort
Eyafiord . . .	66 0 —	23 00	334,03	Scheel
Winter-Insel .	66 0 —	. . .	335,66	Parry
Godhavn . .	68 0 —	52 40	334,03	Fasting
			334,35	Graah
Igloolik . . .	69 23 —	81 45	337,20	Parry
Felix Harbour .	69 59 —	91 53	337,56	Ross
Sibirien . . .	70 bis 73-	205 0	337,48	Wrangel
Upernavik . .	73 5 —	51 50	334,77	Corsten
Port Bowen . .	73 13 —	89 5	336,64	Parry
Melville Ins. .	74 58 —	110 50	335,61	Parry
Spitzbergen . .	75 bis 78-	352 0	335,47	Scoresby

63) Ueberblicken wir die mitgetheilte Tabelle, so schwindet anfangs jede Hoffnung, nach Ausscheidung der stärksten Anomalieen ein allgemeines Gesetz für den mittleren Barometerstand aufzufinden, bei näherer Betrachtung stellt sich ein solches jedoch allerdings heraus, obgleich auch dann noch eine Menge Abweichungen von demselben übrig bleiben. Wäre die Atmosphäre in völliger Ruhe, so möchte ich für den 45sten Breitengrad einen mittleren Barometerstand von etwa 337,5 par. Lin. annehmen, welcher dann durch verschiedene, theils allgemeine, theils specielle örtliche Bedingungen vielfache Abänderungen erleidet. Abstrahirt man aber von diesem einmal nicht statt findenden Zustande der Ruhe und bemüht man sich die Gesammtwirkung der vorhandenen regelmäfsigen Schwankungen der Atmosphäre zu würdigen, worunter insbesondere auch die oben (§. 42.) erläuterte Wellenbewegung

als Ursache der regelmäfsigen barometrischen Oscillationen gehört, so gelangt man zu folgenden allgemeinen Resultaten. Den entschiedensten Einflufs auf den atmosphärischen Luftdruck äufsern die in der tropischen Zone statt findenden, durch Wärme und Verdampfung erzeugten, aufsteigenden Luftströmungen, welche noch aufserdem durch die dort im Maximo vorhandenen täglichen Oscillationen verstärkt werden. Nimmt man die Gröfse der hierdurch bewirkten Aenderung zu 1,25 Lin. an, so wird der mittlere Barometerstand unter der Linie bis 336,25 par. Lin. herabgehn. Sowohl das hier genannte regelmäfsige Aufsteigen der Luftmassen unter dem Aequator, als auch die regelmäfsigen täglichen Oscillationen des gesammten Luftoceans, die sich jedoch aus den angegebenen Gründen, mit der Erfahrung übereinstimmend, nicht weiter als bis zum Polarkreise erstrecken können, erzeugen den bekannten Andrang der nördlichen Luftmassen, welche bei dieser Bewegung bei der Annäherung an der Grenze der tropischen Zone einen um so viel stärkeren Widerstand finden, je mehr sie erwärmt und hierdurch sowohl, als auch durch aufgenommenen Wasserdampf ausgedehnt werden, so dafs sie in den Passatwinden ausweichen. Die hierdurch unverkennbar erzeugte Anhäufung der Luft hat einen vermehrten Druck zur Folge und das Barometer mufs daher steigen. Setzen wir die hierdurch bewirkte Verlängerung der Quecksilbersäule gleichfalls auf 1,25 Linie, so wird der mittlere Barometerstand in der gemäfsigten Zone auf 338,75 par. Lin. erhöht werden. Hiernach erhielte dann die Quecksilbersäule in der Polarzone wieder ihre normale Länge von 337,25 Linien.

Hierdurch wird jedoch die Curve der Barometerhöhen, wenn wir darunter eine Linie verstehn, welche, in einem gewissen Meridiane durch einen Quadranten der nördlichen Halbkugel fortlaufend, die Enden der Quecksilbersäulen in der Torricelli'schen Röhre berührt, deren unteres Niveau im Spiegel des ebenen Meeres liegen möge, nur im Allgemeinen bezeichnet, wenn man aber den Einflufs der Strömungen von den Polen zum Aequator, der täglichen periodischen Oscillationen und die wechselnde Abweichung der Sonne genauer würdigt, so mufs diese Linie eine etwas veränderte Gestalt erhalten, die schon dadurch nothwendig bedingt wird, dafs die Vermehrungen und Verminderungen der Quecksilberhöhen nicht

plötzlich eintreten können, sondern allmälig, aber der grösseren oder geringeren Zunahme der wirkenden Ursachen gemäfs schneller oder langsamer erfolgen müssen. Hiernach hat die genannte Curve unter dem Aequator ihren tiefsten Punct, läuft bis etwa 10° N. B. ohne merkliche Veränderung fort, hebt sich von hier an wenig, bis zum 20sten Breitengrade, steigt von hier an schneller und erreicht unter dem 30sten etwa ihr Maximum, welches sie fast bis zum 40sten Grade beibehält. Von hier senkt sie sich sehr allmälig bis zum 50sten Breitengrade, bleibt von hier an unverändert bis zum 55sten, scheint aber von hier an wieder eine kleine Vertiefung zu erhalten, die ich davon abzuleiten geneigt bin, dafs von hier an bis zum 65sten Breitengrade die Grenze liegt, wo die regelmäfsige tägliche Wellenbewegung aufhört und in eine entgegengesetzte übergeht, aus welcher oben (§. 42.) die täglichen periodischen Schwankungen abgeleitet wurden. Vom 65sten Breitengrade an beginnt wieder eine Zunahme, indem unter 70° der Barometerstand seine normale Gröfse schon wieder erreicht zu haben scheint, und ich möchte dann annehmen, dafs von da an bis zum Pole wegen der gröfseren Ruhe der Atmosphäre, ihrer Kälte, der Abwesenheit des Wasserdampfes und wegen mangelnder aufwärts gehender Strömungen wieder eine Vergröfserung der Barometerhöhe eintreten müsse. Beweise für diese Ansicht liefert die mitgetheilte Tabelle, obgleich nicht sowohl die Wahl der einzelnen beobachteten Barometerhöhen, als vielmehr die Begründung der ganzen Hypothese wegen der zahlreichen Ausnahmen schwierig und unsicher wird. Es lassen sich jedoch anführen: für 0° das Mittel aus den Bestimmungen von Beechey und Gairdner = 336,24 Lin., für 10° giebt Cumana 336,28 nach v. Humboldt, für 20° giebt das Mittel aus 18° und 22° von St. Thomas und Calcutta 337,22 Lin. nach Hornbeck und Sykes, für 30° giebt das Mittel von Gran Canaria und vom Mississippi 338,21 nach L. v. Buch und Ellicot, für den 50sten Grad möge das Mittel aus den zu Paris und Mannheim gefundenen Gröfsen mit 337,88 Lin. gelten, für den 55. das Mittel aus den beiden für Königsberg gefundenen Werthen mit 337,03 Lin., dann macht sich die beginnende Erhöhung wieder sichtbar in der Bestimmung zu Petersburg von 337,17 Lin. nach Kupffer, und für noch höhere Breiten scheint mir das Mittel aus den durch Ross und

Wrangel gefundenen Werthen, nämlich 337,54 dienen zu können.

64) Nehmen wir das, was diesemnach hierüber aufgestellt worden ist, als Regel an, so gehören alle hierzu nicht passende Barometerstände zu den Ausnahmen, die durch örtliche Einflüsse bedingt werden. Diese Einflüsse sind theils allgemeine, theils specielle, und obwohl nur gering rücksichtlich der Zahl ihrer Arten, dennoch höchst vielfach und verschieden an Wirkung; denn ohne dieses wäre gar nicht erklärlich, wie an nicht weit von einander abstehenden Orten so ganz verschiedene Barometerstände statt finden könnten, dafs auch bei angenommener gröfster Fehlergrenze der Beobachtungen stets noch ein sehr merkbarer Unterschied hervortritt, wie beispielsweise schon durch die Vergleichung von denen zu Tripolis und Cairo sichtbar hervorgeht. Als solche bedingende Ursachen wüfste ich, aufser einigen unbedeutenden, als eine stärkere Erwärmung durch den Einflufs des Bodens, erleichterte Verdunstung, Erzeugung oder Abhaltung gewisser Luftzüge u. s. w., kaum eine andere namhaft zu machen, als partielle Luftströmungen. Hierüber lassen sich bei noch mangelnden genügenden Beobachtungen zwar nur Hypothesen aufstellen, allein diese haben ohne Widerrede mindestens einen hohen Grad innerer Wahrscheinlichkeit. Merkwürdig ist hierbei noch der oben bereits erwähnte Umstand, dafs die Luftströmungen sowohl eine Erhebung, als auch eine Senkung des Quecksilbers bewirken können, je nachdem die Luftmassen an irgend einem Orte von aufsen her zusammengedrängt werden oder mit Leichtigkeit nach aufsen abfliefsen, und ich zweifle nicht, dafs das hierüber aufgestellte Gesetz (§. 44. d.) in der Natur begründet sey. Ein allgemeiner, das Quecksilber deprimirender Strom der erwärmten Luft, von der Grenze der äquatorischen Zone aus bis zum Polarkreise und noch weiter hin fortgehend, scheint mir im atlantischen Oceane unter einer mittleren Länge von etwa 15° westlich von Greenwich vorhanden zu seyn, welcher zum Theil den niedrigen Barometerstand auf Island und Grönland zur Folge hat, und ein zweiter im Mittel etwa 180 Grade hiervon entfernt, dessen Einflufs sich bei den Barometerständen zu Kamtschatka zeigt. Beide werden möglicherweise durch die Configuration der Länder ganz oder zum Theil erzeugt und kündigen sich noch aufserdem durch hervorste-

chende Milde der Temperatur an. Aufser diesen allgemeinen Anomalieen giebt es der Beispiele von einzelnen in Menge, unter denen die niedrigen Barometerstände auf Island, Grönland und der Küste Norwegens am auffallendsten sind. An allen diesen Orten fliefst die schwere Luft des Landes in die leichtere über dem Meere ab. Letztere tritt an ihre Stelle, verliert ihren Wassergehalt, und die Folgen dieses Processes zeigen sich auf gleiche Weise in dem niedrigen Barometerstande, als in den sonst ungewöhnlichen Wintergewittern, welche in Verbindung mit einem ungewöhnlich niedrigen Barometerstande auf Kamtschatka gleichfalls zum Vorschein kommen. Inzwischen ist noch viel zu thun, bis alle einzelne Anomalieen vollständig aufgeklärt seyn werden.

65) Aufser den tägl. regelmäfsigen Oscillationen des Barometers ist auch von denen geredet worden[1], welche durch die Anziehung der Sonne bewirkt werden sollen und sich daher mit dem Stande derselben wechselnd zeigen müssen. Ein eigentliches Angezogenwerden des Luftoceans durch die Sonne findet nicht statt; auch wurde von mir bemerkt, dafs die Wärme die wirklich vorhandenen Schwankungen des Barometers nicht allein und unmittelbar erzeugen könne. Kämtz[2] zeigte demnächst, dafs nothwendig ein Zusammenhang zwischen den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre in den Passatwinden und den barometrischen Schwankungen statt finden müsse, und spätere Untersuchungen von L. v. Buch[3] haben das hierfür geltende Gesetz näher kennen gelehrt, wonach allerdings eine mit der Declination der Sonne zusammenfallende Veränderung des Barometers erweisbar ist, die sich namentlich in dem Unterschiede der mittleren Höhen im Winter und im Sommer kenntlich macht. Auch der Einflufs des Mondes ist seitdem aufser Zweifel gesetzt worden, wie weiter unten bei den allgemeinen Bedingungen der meteorologischen Phänomene gezeigt werden soll.

66) Demnächst kommen hauptsächlich die *unregelmäfsigen* barometrischen Schwankungen in Betrachtung. Dasjenige, was hierüber bereits gesagt worden ist[4], läfst sich bedeutend vervoll-

---

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 928.
2 Allgem. Lit.-Zeit. 1826. S. 512.
3 Poggendorff Ann. XV. 355.
4 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 932.

ständigen, da durch zahlreiche Beobachtungen und Untersuchungen der Meteorologen die Menge der vorhandenen Thatsachen ausnehmend vermehrt worden ist, und insbesondere hat KÄMTZ[1] einen so reichen Schatz hiervon gesammelt und geordnet, daſs es für jede künftige Untersuchung dieses Gegenstandes an Material nicht fehlen kann. Zur Vermeidung zu groſser Ausführlichkeit und um die Uebersicht zu erleichtern werde ich mich jedoch begnügen, nur die Hauptsachen hier mitzutheilen.

Bei den unregelmäſsigen Schwankungen des Barometers kommt zuerst die absolute Gröſse derselben in Betrachtung oder der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Barometerstande, welcher, wenn auch nur ausnahmsweise und während einer längern Zeit, an irgend einem Orte vorkommt. Allerdings bemerkt KÄMTZ mit Recht, daſs diese Differenz, die von den älteren Meteorologen fast ausschlieſslich angemerkt wurde, zur Begründung eines allgemeinen Gesetzes von geringem Nutzen sey, was schon daraus hervorgeht, daſs die absoluten Maxima und Minima nicht alle Jahre gleich sind, sondern als einzelne Anomalieen oft mehrere Jahre aus einander liegen, ohne daſs sich bestimmen läſst, wie groſs der zu ihrer Auffindung erforderliche Zeitraum seyn müsse; allein es gewährt dennoch ein nicht geringes Interesse, eben bei diesen seltenen Abweichungen vom gewöhnlichen Gange, zu wissen, ob die beobachtete Gröſse die früher an demselben Orte oder einem andern etwa unter gleicher Breite liegenden bereits wahrgenommene übersteigt, und ich will daher einige mir zufällig vorgekommene Bestimmungen dieser Art der Kürze wegen sogleich nach den Breitengraden geordnet neben einander stellen, da sich schon im voraus erwarten läſst, daſs die Unterschiede der Polhöhen auch hierauf ihren Einfluſs äuſsern. Die Angaben der folgenden Tabelle sind an sich klar, auſser die der vierten Columne, wofür bemerkt werden muſs, daſs die darin angegebene Zeit diejenige bezeichnet, während welcher die Beobachtungen angestellt wurden, aus denen das Maximum und Minimum entnommen ist.

---

1 Meteorologie. Th. II. S. 295 ff.

Orte	Breite	Unterschied	Beob.-Zeit	Beobachter
Paramatta . .	33° 49′ S.	10‴,697	12 Monate	Brisbane[1]
Rio Janeiro . .	22 54 —	5,281	18 Monate	Eschwege[2]
Isle de France .	20 9 —	11,936	1 Jahr	Sykes[3]
Aequator . . .	0 0 —	7,883	2 Jahre	Gairdner[4]
Puhna . . .	18 0 N.	7,567	12 Monate	Sykes[3]
Calcutta . . .	22 35 —	5,743	12 Monate	Sykes[3]
Havanna . . .	23 12 —	13,720	3 Jahre	Ferrer[5]
Bancoorah . .	23 20 —	10,697	2 Jahre	G. Macritchie[6]
Mississippi . .	31 28 —	9,346	4 Jahre	Ellicot[7]
Knutsford[8] . .	43 0 —	28,149	1 Jahr	. . . .
Cheissac[9] . .	45 10 —	12,678	. . . .	. . . .
Strafsburg . .	48 35 —	26,200	32 Jahre	Herrenschneider[10]
Carlsruhe . .	49 1 —	29,370	41 Jahre	Boeckmann[11]
Heidelberg . .	49 24 —	26,340	18 Jahre	Muncke
Giefsen . . .	50 34 —	23,000	30 Jahre	Schmidt[12]
Lüttich . . .	50 39 —	18,966	33 Monate	Davreux[13]
Maestricht . .	50 49 —	30,387	4 Jahre	Crahay[13]
Arnstadt . . .	50 49 —	21,660	10 Jahre	Lucas[10]
Brüssel . . .	50 51 —	21,805	12 Monate	Quetelet[13]
Jena	50 56 —	20,500	17 Jahre	Voigt[14]
Bützow . . .	53 54 —	19,04	. . . .	Nizze[15]
Castle-Toward	55 50 —	23,758	5 Jahre	Kirkmann Finlay[16]
Kinfauns Castle	56 23 —	26,460	2 Jahre	Lord Gray[17]

1 Edinburgh Phil. Journ. N. XXI. p. 119.

2 Dessen Journal von Brasilien. Heft II. S. 143.

3 Philos. Trans. 1835. p. 166.

4 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXII. p. 292.

5 Connaiss. des Temps. 1817. p. 338.

6 Edinb. New Phil. Journ. N. XXVI. p. 537.

7 Trans. of the Amer. Phil. Soc. T. IV. p. 23. T. VI. p. 28.

8 Edinb. Phil. Journ. N. XII. p. 382.

9 Annales d'Anvergne. T. VII. p. 144.

10 Eisenlohr in Poggendorff Ann. XXXV. 144

11 Eisenlohr Untersuchungen über das Klima und die Witterungsverhältnisse vor Carlsruhe S. 37.

12 Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Giefs. 1826. S. 182.

13 Aperçu historique des Observations de Météorologie par Quetelet. Brux. 1834. 4.

10 Kastner Archiv. Bd. VIII. S. 43.

14 Dessen Magazin. 1806. März S. 270.

15 Kastner Archiv. Bd. VII. S. 144.

16 Edinb. Phil. Journ. N. XXXV. p. 144.

17 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389. XXXVI. p. 357.

Orte	Breite	Unterschied	beob. Zeit	Beobachter
Unalaschka . .	57° 3 N.	22''',844	20 Monate	Lütke[18]
Upsala . . .	59 51 —	16,270	. . . .	Observatorium[19]
Petersburg . .	59 56 —	26,520	12 Monate	Kupffer[20]
Bergen . . .	60 0 —	35,400	28 Jahre	Herzberg[21]
Felix Harbour .	69 59 —	21,086	2,5 Jahre	Ross
Port Bowen . .	70 bis 74 —	18,613	18 Monate	Parry

67) Die hier mitgetheilten Bestimmungen sind zwar nicht alle gleich zuverlässig, weil nicht alle Beobachter auf die eigentlichen Maxima und Minima, die selten in die gewöhnlichen Beobachtungszeiten fallen, genau zu achten pflegen und aus ihren Registern nicht stets zu entnehmen ist, ob sie dieselben mitgetheilt haben, aufserdem erscheint eine strenge Vergleichung schon deswegen als unmöglich, weil die Dauer der Beobachtungszeiten nicht gleich ist; dennoch aber lassen sich Resultate daraus entnehmen, die zur Begründung und Erweiterung eines richtigen Urtheils über die barometrischen Oscillationen überhaupt keineswegs gleichgültig sind. Zuerst ergiebt sich, dafs unregelmäfsige barometrische Oscillationen überall statt finden, deren Wahrnehmung jedoch unter dem Aequator und unter den ihm nahen Breitengraden wegen ihrer Kleinheit nur erst durch längere Zeit anhaltende Beobachtungen möglich wird. Wegen der bereits[1] erwähnten Geringfügigkeit dieser letzteren, die insbesondere den aus Europa dorthin kommenden Reisenden auffallen mufste, ehe die fortgesetzte Untersuchung der Sache das Wesentlichste hierüber feststellte, äufserte v. Humboldt[2], überrascht durch die scheinbar blofs den regelmäfsigen Schwankungen unterworfene Barometerhöhe, dafs nur diese allein der tropischen Zone angehörten, eine seitdem oft wiederholte Behauptung. Allein Kämtz[3] und Hällström[4] haben nachgewiesen, dafs v. Hum-

---

18 Kupffer in Poggendorff Ann. XXIII. 116.
19 Erman in Poggendorff Ann. XXIII. 126.
20 London and Edinb. Phil. Mag. N. X. p. 260.
21 Edinburgh Journ. of Science. N. XIII. p. 83.
1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 919.
2 Voyage. T. X. p. 393.
3 Schweigger's Journ. Th. XLVII. S. 143.
4 Poggendorff Ann. XI. 252.

boldt's eigene Beobachtungen einige unregelmäfsige Schwankungen erkennen lassen; ebendiese zeigen sich in denen von Boussingault[1] zu Sta. Fé de Bogota und in den zweijährigen zu Sierra Leone, deren Winterbottom[2] gedenkt. Zugleich hat man nach der Meinung von Dan. Bernoulli[3], Lambert[4] und de Saussüre[5] angenommen, dafs die Gröfse dieser unregelmäfsigen Oscillationen mit der Höhe über der Meeresfläche abnehme, Wahlenberg[6] dagegen schlofs aus Beobachtungen auf dem St. Gotthard, dafs wegen der Nähe der Wolken, der Anwesenheit des Schnees und der freien Luftströmung die Schwankungen durch die Erhebung über die Meeresfläche vergröfsert würden. Inzwischen hat Kämtz[7] durch verschiedene Beispiele nachgewiesen, dafs das erstere Gesetz das richtige sey.

68) Handelt es sich um die absolute Gröfse dieser unregelmäfsigen Oscillationen, so glaube ich, dafs die Beobachtungen von Gairdner Vertrauen verdienen, und wir können sie daher unter der Linie, einige bei heftigen Stürmen vorkommende Ausnahmen abgerechnet, zu nahe 8 par. Lin. annehmen. Mit zunehmender Breite wachsen sie aufserordentlich, allein das Gesetz dieser Zunahme wird durch örtliche Einflüsse sehr modificirt. Da, wo solche specielle Bedingungen nicht statt finden, würden sie unter 30° der Breite etwa 10 Linien, unter 45° der Breite 22 Lin. und unter 55° gegen 30 Linien betragen. Allgemeiner wirkende Ursachen erzeugen dann ferner den grofsen Unterschied der jährlichen unregelmäfsigen Oscillationen. In Carlsruhe beträgt ihre Gröfse im Mittel 17,38 Linien und wechselt von 14,05 bis 26,12 par. Lin. und zwar so, dafs meistens einige Jahre mit gröfseren und andere mit kleinen Oscillationen auf einander folgen. Unter andern bemerkt Eisenlohr[8], dafs das Jahr 1821 sich durch einen ebenso ungewöhnlich hohen, als niedrigen Barometer-

1 Ann. Ch. Ph. 1827. Fevr. T. XXXIII. p. 427.
2 Dessen Nachrichten. S. 50.
3 Acta Helvetica. T. I et II.
4 Ebend. T. III.
5 Reisen. D. Ueb. Th. IV. S. 354.
6 Flora carpath. p. XXI.
7 Meteorologie Th. II. S. 335.
8 Untersuchungen der Witterungsverhältnisse u. s. w. S. 37.

stand anszeichnete, indem zu Carlsruhe der Unterschied zwischen dem Maximum im Februar und dem Minimum im December nicht weniger als 26,12 par. Lin. betrug. Ebendieses Jahr gab den gröſsten Unterschied seit 18 Jahren hier in Heidelberg, nämlich auf 10° R. reducirt 344,98 L. am 6. Febr. und 318,64 L. am 25. Dec., mithin eine Differenz von 26,34 par. Lin. Endlich geht aus der Zusammenstellung noch so viel wohl mit Sicherheit hervor, daſs die Gröſse dieser Oscillationen unter höheren Breiten wieder abnimmt, wie es denn auch wahrscheinlich wird, daſs sie an denjenigen Küstengegenden sich vorzugsweise zeigt, wo das Barometer im Mittel am niedrigsten steht, woraus sich eine Bestätigung des oben (§. 44.) bereits aufgestellten Satzes hernehmen läſst, daſs eben die starken unregelmäſsigen Schwankungen den mittleren Barometerstand tiefer herabbringen, als er sonst den Breitengraden gemäſs seyn würde.

69) Die Zeiten dieser auſsergewöhnlichen Oscillationen sind wohl nicht leicht allgemein bestimmbar und hängen vermuthlich vom Wechsel der herrschenden Winde, namentlich der periodischen, vom Eintritte der Regenzeiten und von andern noch nicht genügend beobachteten, ebendaher aber noch gar nicht aufgefundenen Bedingungen ab. Inzwischen läſst sich als Regel annehmen, daſs die auſsergewöhnlichen Maxima und Minima nahe bei einander zu fallen pflegen, was auch wohl in der Natur der Sache gegründet ist, sofern sie durch den Wechsel einer auſserordentlichen Ebbe und Fluth im Luftoceane erzeugt werden. Eisenlohr[1] folgert dieses aus seinen Untersuchungen der 41 Jahre hindurch zu Carlsruhe aufgezeichneten Barometerstände und ebenso sank zu Isle de France das Barometer von 30 engl. Z. am 21. Januar 1833 auf 28,94 engl. Z., am 22. Januar[2] zu Prag aber stieg dasselbe von 27 Z. 0,44 par. Lin. am 15. Jan. 1828 bis 28 Z. 3,39 Lin. am 18ten desselben Monats[3]. Auf der nördlichen Halbkugel fallen die Maxima meistens in die Wintermonate, vermuthlich wegen der dann vorherrschenden nördlichen Winde,

---

1 Ueber das Klima und die Witterungsverhältnisse von Carlsruhe. S. 37.

2 Sykes in Philos. Trans. 1835. p. 174.

3 Wiener Zeitschrift. Th. IV. S. 47.

und die Minima müfsten dann dem Sommer angehören. Diese Regel findet SYKES[1] in Ostindien bewährt, denn zu Puhna fiel sowohl das absolute Maximum, als auch das monatliche in den Januar, ersteres mit 28,242 engl. Zoll, letzteres mit 28,087 engl. Zoll, die beiden Minima dagegen, 27,570 und 27,766 engl. Zoll, fielen in den Juli. Er ist nicht geneigt, dieses für eine Folge der Feuchtigkeit zu halten, denn dieselbe Regel findet auch zu Madras statt, wo dann die gröfste Hitze mit gröfster Trockenheit vereint herrscht. Dort fällt das Maximum in den December oder Januar, und ebenso zu Calcutta, wo die gröfste Höhe im Januar 30,0225, die geringste im Juni 29,5155 engl. Zoll betrug. Auf der südlichen Halbkugel scheint der Fall umgekehrt zu seyn, denn BOUSSINGAULT[2] erhielt zu Bogota im December 560,13 und im Januar 560,45 Millim., dagegen im Juni 561,24 und im Juli 561,34 Millimeter. Unter höhern Breiten scheint das absolute Maximum sowohl, als auch das Minimum in den Winter zu fallen, mindestens geht dieses unverkennbar aus den Beobachtungen zu Carlsruhe (41 Jahre) und zu Strafsburg (32 Jahre) hervor[3]. Am ersteren Orte fiel eines dieser Extreme nur fünfmal vor dem November oder nach dem März, am letzteren aber fiel das Maximum 10mal in den Januar, 9mal in den December, 6mal in den Februar, 3mal in den März, 2mal in den November und einmal in den April und Mai; das Minimum aber fiel 8mal in den Januar, 6mal in den December, 5mal in den Februar, 4mal in den März und November, 3mal in den October und 2mal in den April.

70) Ungleich wichtiger ist es, nach der Art, wie die späteren Meteorologen und namentlich KÄMTZ gethan haben, die monatlichen Mittel zusammenzustellen und aus deren Unterschieden auf allgemeine Ursachen zu schliefsen. Hieraus ergiebt sich dann sofort, dafs die sogenannten unregelmäfsigen Schwankungen allerdings gewisse Gesetze befolgen, welche jedoch mit den regelmäfsigen und unregelmäfsigen Luftströmungen, den Graden der Feuchtigkeit und der Menge der Hydrometeore innigst zusammenhängen. Sofern aber die herr-

1 Philos. Trans. 1835. p. 174.

2 VON HUMBOLDT Relat. hist. T. VI. P. II. p. 748.

3 EISENLOHR a. a. O. und Poggendorff Ann. XXXV. 144.

schenden Winde hierbei am meisten bedingend sind, für deren Wechsel noch kein allgemeines Gesetz aufgefunden worden ist, weswegen auch nasse und trockne, kalte und warme Jahre und Jahreszeiten regellos folgen, wird es uns vorerst noch unmöglich bleiben, allgemeine Gesetze für die unregelmäſsigen Oscillationen aufzufinden, aus denen sich der Gang der Witterung im voraus bestimmen lieſse, und wir müssen uns vor der Hand begnügen, aus den vorhandenen Thatsachen diejenigen partiellen Regeln aufzufinden, die sich als herrschend erkennen lassen.

71) Vor allen Dingen hat L. v. Buch[1] ein Gesetz, welches schon v. Humboldt[2] aus den Beobachtungen von Boussingault zu Sta. Fé de Bogota folgerte, aus einer Reihe von Barometerständen unter verschiedenen Graden der Breite und der Länge als ein allgemeines begründet, daſs nämlich die Barometerstände regelmäſsig vom Winter zum Sommer abnehmen. Der hiernach statt findende Unterschied der monatlichen Mittel ist am gröſsten in der tropischen Zone und verschwindet nicht allmälig, sondern plötzlich, wodurch sich dann der Anfang der temperirten Zone kenntlich macht. Hiernach setzt er zwischen die tropische und temperirte Zone eine mittlere, von ihm *subtropische* genannt, deren Grenze gegen den Aequator hin das Aufhören der tropischen Regen, gegen die Pole das Verschwinden des Unterschieds der mittleren Barometerstände zwischen Winter und Sommer bezeichnet. Dieses giebt für die nördliche Halbkugel etwa den 20sten und den 32sten Grad N. B., also gerade denjenigen District, welchem der Dattelbaum zugehört, indem dieser beide Grenzen nicht überschreitet; für die südliche Hemisphäre annähernd den 23sten und 34sten Grad S. B., was jedoch aus Mangel an genügenden Beobachtungen nicht so genau bestimmbar ist. Kämtz[3] verfolgt diese Ansicht weiter und zeigt, daſs die dem Einflusse der Sonnenstrahlen mehr ausgesetzte und daher stärker erwärmte Luftmasse sich heben und somit abflieſsen müsse. Merkwürdig bleibt es allerdings, daſs eine gewisse nach den Jahreszeiten wechselnde Periodicität der mittleren Barometer-

1 Poggendorff Ann. XV. 355.
2 Relation historique T. X. p. 448.
3 Meteorologie. Th. II. S. 297.

stände über die ganze Erde unverkennbar hervortritt, jedoch mit gröſserer Erhebung über die Meeresfläche wieder verschwindet. Um die so eben angegebene kenntlicher zu machen und deutlicher zu zeigen, wie mit zunehmender Breite der Unterschied des höheren mittleren Standes im Winter gegen den im Sommer (mit Rücksicht darauf, daſs beide Hemisphären der Erde einander in dieser Beziehung entgegengesetzt sind) zuerst abnehme und dann in das Entgegengesetzte übergehe, hat Kämtz eine durch L. v. Buch mitgetheilte Tabelle mit einigen Abänderungen wiedergegeben, in welcher die Differenzen die Gröſse in par. Lin. bezeichnen, um welche der mittlere Barometerstand in den drei Wintermonaten gröſser ist, als in den drei Sommermonaten, die also negativ werden, wenn das Umgekehrte statt findet. Ich theile diese hier mit, vermehrt um die zu Straſsburg, Melville, Felix Harbour und an einigen andern Orten gefundenen Gröſsen, und bemerke zugleich, daſs nach den kurz dauernden Beobachtungen von Fuss[1] zu Peking unter 39° 54′ N. B. das Barometer im Winter höher stand, gegen den Sommer aber eine Neigung zum Sinken zeigte. Vorzügliche Beachtung verdienen die Beobachtungen, welche unter der Leitung des Sir Thom. Brisbane[2] zu Neuholland und auf van Diemens-Land angestellt wurden, da wir von der südlichen Halbkugel bei weitem nicht so vollständige Kenntnisse besitzen, als von der nördlichen. Zuerst ergeben die ein ganzes Jahr umfassenden monatlichen Mittel zu Port Macquarie unter 31° 26′ S. B. und 207° 3′ W. L. von G. eine so regelmäſsige Zunahme des Barometerstandes in dem dortigen Winter und so entschieden nur einen einzigen Wechsel des Maximums und Minimums, daſs ich es der Mühe werth halte, die ganze Reihe der Vormittagsbeobachtungen herzusetzen.

Januar .	29″,966	Mai . .	30″,036	Sept. . .	29″,830
Februar .	30,002	Juni . .	30,016	October .	29,870
März . .	30,000	Juli . .	30,059	November	29,969
April . .	30,081	August .	30,085	December	29,874

1 Mém. de Petersbourg. VIme Sér. T. III.

2 J. Oltmanns astronomische und hypsometrische Grundlagen der Erdbeschreibung. Stuttg. 1831. S. 97.

Hier erreichte also das Barometer in 6 Monaten die Höhe von 30 Zoll, in 6 andern aber blieb es unter diesen. Eine zweite Reihe von Beobachtungen, welche im Macquarie-Hafen unter 42° 12′ S. B. und 214° 39′ westl. L. von Greenwich, jedoch nur in den Monaten Juni 1822 bis Januar 1823 angestellt wurden, geben das nämliche Gesetz zu erkennen, indem blofs im Monat Juni das Barometer 30 Zoll erreichte und zwar genauer aus 5 Tagen im Mittel 30″,090, wogegen das Minimum in den October mit einem Mittel von 29″,374 aus 23 Tagen fiel. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Thatsachen.

Ort	Breite	Höhe Tois.	Differenz	Zeit der Beobachtungen
Port Macquarie	31° 26′ S.	— —	1‴,27	1 Jahr
Capstadt . . .	23 15 —	— —	1,97	9 Jahre
Rio Janeiro . .	22 15 —	— —	3,36	1 Jahr
Sta Fé de Bogota	4 36 N.	1366	— 0,39	1 Jahr
Seringapatam .	12 25 —	377	2,02	1 Jahr
Bangalore . . .	12 55 —	500	— 1,72	1 Jahr
Madras . . .	13 5 —	— —	2,36	21. Jahre
Calcutta . . .	22 40 —	— —	4,72	8 Jahre
Macao	22 50 —	— —	4,50	1 Jahr
Havanna . . .	23 8 —	— —	1,09	3 Jahre
Benares . . .	25 18 —	— —	5,75	4 Jahre
Khatmandu . .	27 42 —	726	2,66	10 Monate
Cairo	30 2 —	— —	3,57	11 Monate
Natchez . . .	31 20 —	— —	1,76	5 Jahre
Palermo . . .	38 5 —	— —	— 0,34	20 Jahre
Washington[1] .	40 12 —	— —	0,179	4 Jahre
Rom	41 59 —	— —	— 1,29	7 Jahre
Marseille . . .	43 18 —	— —	— 1,73	7 Jahre
Padua	45 28 —	— —	— 0,68	7 Jahre
Strafsburg . .	48 35 —	— —	— 0,16	32 Jahre
Copenhagen . .	55 41 —	— —	— 1,66	7 Jahre
Felix Harbour .	70 0 —	— —	— 0,015	2,5 Jahre
Port Bowen . .	73 30 —	— —	0,053	18 Monate
Melville . . .	74 00 —	— —	0,436	10 Monate

Dafs das Gesetz unter denjenigen Breiten wieder ein umgekehrtes wird, wo auch die täglichen Oscillationen einen entgegengesetzten Charakter annehmen, hat allerdings etwas Auf-

1 Trans. of the Amer. Phil. Soc. New Ser. T. II. p. 432.

fallendes. Können die hier beigebrachten Thatsachen als hinlänglich beweisend gelten, so folgte hieraus als allgemeines Gesetz, dafs unter der tropischen und subtropischen Zone das Barometer im Winter höher stehe als im Sommer, dafs in der temperirten Zone das umgekehrte Verhalten statt finde, in der polarischen aber, die jedoch erst über den 70sten Breitengrad hinaus anfängt, die ursprüngliche Regel wieder zum Vorschein komme. Da die Barometerschwankungen offenbar mit den Luftströmungen zusammenhängen und diese wieder von der ungleichen Erwärmung und dem ungleichen Feuchtigkeitszustande der verschiedenen Luftschichten bedingt werden, so könnte man als Ursache hiervon angeben, dafs in der tropischen und subtropischen Zone die wechselnden Luftströmungen ein regelmäfsiges Gesetz befolgen, welches jedoch durch die öftere Mengung warmer und kalter Luftmassen in der temperirten Zone umgekehrt wird, in der polarischen aber sich wieder kenntlich macht, weil diese Mengungen bis dahin nicht reichen. Temperatur und Feuchtigkeitszustand der Luft wären sonach die Bedingungen, von denen die Barometerschwankungen abhängen.

72) Kämtz hat bereits aus eilfjährigen Pariser und vierzehnjährigen Strafsburger Beobachtungen gefolgert, dafs es daselbst einen doppelten jährlichen Wechsel der höhern und niedern Barometerstände gebe. Nach dem Ueberblicke der Barometerstände in den einzelnen Monaten an verschiedenen Orten der temperirten und kalten Zone scheint mir dieses ein allgemeines Gesetz zu seyn, was sich selbst bis zur tropischen Zone hin, jedoch minder auffallend, erstreckt. Im Mittel möchte ich annehmen, dafs die beiden Maxima in den Februar und September fallen, so wie aber der Wechsel der Jahreszeiten hinsichtlich der Temperatur verschieden ist, indem die Winterzeit zuweilen schon im October, zuweilen aber erst am Ende des December eintritt, und ebenso das Beginnen des Frühlings um den Unterschied von einigen Monaten schwankt, entfernen sich die beiden Maxima von diesen Normalpuncten nach der einen und der andern Seite, weswegen nur lange anhaltende Beobachtungen sie kenntlich machen können. Zur Erläuterung setze ich die Pariser Beobachtungen von den Jahren 1816 bis 1826 her.

Januar .	335''',86	Mai . .	334''',52	Sept. . .	335''',14
Februar .	335,83	Juni . .	335,40	October .	334,30
März . .	334,96	Juli . .	335,09	November	334,8
April . .	334,49	August .	335,15	December	334,0

Hier sind allerdings die beiden Perioden nicht sehr auffalle
es scheint mir jedoch ein um so gültigerer Beweis ihres V
handenseyns gerade in dem Umstande zu liegen, dafs sie
Beobachtungen an dem nämlichen Orte zum Vorschein ko
men, wenn diese einen hinlänglich langen Zeitraum umfas
Hierzu können am besten die ohnehin sehr genauen Str
burger dienen. Aus diesen, 15 Jahre von 1806 bis 1820 u
fassenden, giebt Kämtz folgende Mittelwerthe.

Januar .	333''',128	Mai .	332''',516	Sept. .	333''',63
Februar .	333,452	Juni . .	333,416	October .	332,9
März . .	332,905	Juli . .	333,168	November	332,9
April . .	332,449	August .	333,352	December	332,7

Allerdings sind hierin die beiden Perioden kenntlich, allein
ungleich deutlicher kommen sie in den mittleren We
zum Vorschein, welche Dr. Eisenlohr aus denen gef
hat, welche 32 Jahre umfassen.

Januar	333''',1939	Mai .	332''',6868	Sept.	333''',6
Februar	333,5541	Juni . .	333,4294	October	333,2
März .	332,9992	Juli . .	333,2027	Novemb.	333,0
April .	332,4463	August	333,3750	Decemb.	332,7

Es sind mir übrigens für jetzt keine Barometerbeobachtu
bekannt, aus denen diese doppelte Periode deutlicher
vorgeht, als die in den Jahren 1831, 1832 und 183
Petersburg mit einem vortrefflichen Barometer von Gi
sohn angestellten, die ich daher auf 14° R. reducirt über
lich zusammenstelle[1].

---

1 Mém. de Petersburg. VIme. Sér. T. III.

Monat	1831	1832	1833	Mittel
Januar . .	27,946	28,103	28,216	28,0883
Februar .	28,219	28,417	28,089	28,2416
März . .	28,334	28,178	28,286	28,2660
April . .	28,133	28,220	28,053	28,1353
Mai . .	28,126	27,986	28,110	28,0740
Juni . .	28,028	28,090	28,102	28,0733
Juli . .	28,152	27,846	27,963	27,9870
August .	28,020	28,115	27,770	27,9683
September	28,134	27,928	28,418	28,1600
October .	28,242	28,241	28,326	28,2696
November	28,030	28,006	27,913	28,1163
December	28,171	28,256	27,803	28,0763
Mittel . .	28,125	28,149	28,088	28,1216

Ordnen wir diese Gröfsen nach den Jahreszeiten, so erhalten wir für den Winter 28,1354, für den Frühling 28,1584, für den Sommer 28,0095 und für den Herbst 28,1819. Die doppelte Oscillation ist sogar in den einzelnen Jahren sichtbar, noch deutlicher in den mittleren Werthen, indem das erste Maximum im März durch ein Minimum zum zweiten Maximum im October übergeht. An andern Orten stellen sich jedoch die zwei Maxima und Minima nicht auf gleiche Weise deutlich heraus; denn obgleich sie sich auffinden lassen, so liegen sie doch in zu ungleichen Entfernungen von einander, als dafs man sie nicht für zufällig halten sollte. Dieses ist der Fall bei den Beobachtungen, die zu Kasan und Slatoust angestellt und durch Kupffer[1] mitgetheilt worden sind, bei denen sich übrigens der Unterschied der Jahreszeiten gleichfalls zeigt. Es war nämlich zu Kasan der mittlere Barometerstand im Winter 335,3969, im Frühling 334,5996, im Sommer 332,6939 und im Herbst 335,3969 par. Lin. Hier ist also im Sommer ein auffallendes Minimum, dagegen das Maximum im Herbst und im Winter, oder genauer ist nur ein auffallendes Minimum im Juli von 331,0083 und ein ebenso auffallendes Maximum im November von 337,9239 par. Lin. vorhanden, welchem letzteren Maximum ein anderes im Februar von 337,5253 par. Lin. nahe kommt. Zu Slatoust war der mittlere Barometerstand im Winter 321,2119, im Frühling 320,2363, im Sommer 319,1279 und im Herbst 322,0103 par. Lin. und ebenso

1 Poggendorff Ann. XVII. 499.

das Minimum im Juli von 317,7103 und das Maximum im November von 324,8909 par. Lin., welchem gleichfalls ein zweites Maximum im Februar von 322,4976 par. Lin. nahe kommt.

Die Verrückung dieser Perioden in den verschiedenen Jahren oder ihr Schwanken um den bestimmten Termin ist mir vorzüglich bei den von Ross zu Felix-Harbour angestellten Beobachtungen aufgefallen, welche ich daher hier in engl. Zollen nebeneinander stelle.

Monat	1829	1830	1831	1832
Januar . .	....	29,692	30,129	29,648
Februar .	....	30,116	29,972	29,852
März . .	....	30,015	29,903	29,968
April . .	....	29,997	29,977	30,004
Mai . . .	....	30,242	30,040	....
Juni . . .	....	30,105	29,942	....
Juli . . .	....	29,859	29,920	....
August .	....	29,854	29,860	....
September	....	29,834	29,815	....
October .	....	29,886	30,028	....
November	29,682	30,027	30,125	....
December	29,896	30,083	29,777	....

73) Insofern aus der hier mitgetheilten Uebersicht ein in verschiedenen Jahren verschiedenes Verhalten an einem und demselben Orte deutlich hervorgeht, so bin ich nicht geneigt, eine der Zunahme östlicher Länge zugehörige Vermehrung der Differenz des Barometerstandes im Sommer und im Winter anzunehmen, wie Schübler[1] aus einer Vergleichung der Barometerhöhen in den Jahren 1826 und 1827 zu Paris, Genf, Stuttgart und Wien folgert. Dagegen ist ein Zusammenhang zwischen dem Wechsel der Temperatur und der Barometerhöhen keinen Augenblick zweifelhaft, insofern eine Erhöhung der der jedesmaligen Jahreszeit zugehörigen Temperatur von einem Sinken des Barometers begleitet zu seyn pflegt. Kämtz[2] erwähnt, dafs schon ältere Physiker dieses beachteten und namentlich Mairan[3] es ausführlich untersuchte. Später sprach

---

1 Correspondenzblatt des würtemb. landwirthsch. Vereins. Th. XII. S. 70. XIII. S. 341.

2 Meteorologie. Bd. II. S. 310.

3 De Lüc Recherch. sur les mod. de l'atmosph. T. I. p. 170.

L. v. BUCH[1] den Satz aus, das Barometer könne uns ebenso gut über das Klima eines Ortes belehren, als das Thermometer, DOVE[2] wies den Zusammenhang der Anzeigen beider Apparate gründlich nach, und im Wesentlichen ist die Sache unverkennbar, wenn gleich der von KÄMTZ gewählte Ausdruck, wonach

$$B' = B \frac{1}{1 + 0{,}00375\, t'}$$

seyn soll, worin B′ den corrigirten, B den mittleren Barometerstand, t′ den Unterschied der Temperatur von der, der jedesmaligen Zeit zugehörigen, mittleren bezeichnet, nur genäherte Werthe geben kann[3]. Vor allen andern dienen die aus den Barometerbeobachtungen zu Kasan und Slatoust entnommenen Resultate zum auffallendsten Beweise des Zusammenhanges zwischen den Barometerständen und den Temperaturen; denn nicht leicht ist an irgend einem andern Orte der Unterschied der Wärme im Sommer und der Kälte im Winter so grofs als dort, und ebendaselbst ist auch die Differenz der Barometerstände am gröfsten; ja man sieht, wie mit dem Eintritte der gröfsten Kälte im November und Februar ebenso regelmäfsig das Maximum des Barometerstandes zusammenhängt, als das Minimum des letzteren mit der gröfsten Hitze im Juli.

74) Inzwischen ist der Einflufs der Temperatur kein unmittelbarer, sondern ein mittelbarer, insofern sie selbst wieder als eine Folge der eigenthümlichen Luftströmungen erscheint, die sich in den herrschenden Winden nur zum Theil kenntlich machen. Ohne hier auf die möglichen Entstehungsarten der Winde, ihren regelmäfsigen und regellosen Wechsel und sonstige Untersuchungen einzugehn, die einem andern Orte vorbehalten bleiben, darf wohl in voraus angenommen werden, dafs alle meteorologische Phänomene durch die Luftströmungen bedingt werden, die insofern statt finden, als die leichtere Luft über erwärmten Stellen aufsteigt, die sie be-

---

1 G. V. 14.

2 Poggendorff Ann. XIII. 613.

3 Man ersieht hieraus, was RAMOND Mém. de l'Inst. 1818. p. 126. meint, wenn er sagt: on peut dire, que le baromètre est plus thermomètre que le thermomètre même.

grenzende dichtere eindringen läfst und dann oben abfliefst. Diese regelmäfsige Strömung, die zum Theil in den Passatwinden kenntlich wird, unterliegt jedoch mannigfaltigen Modificationen, welche in der temperirten Zone ihren Einflufs wohl vorzüglich äufsern, so dafs ein vorwaltendes Gesetz kaum mehr zu erkennen ist, indem aufser dieser bedeutendsten noch eine Menge anderer, meistens zwar über weite Länderstrecken verbreiteten, dennoch aber nur partieller Fluthungen statt findet. Sie zeigen sich keineswegs blofs in den Bewegungen derjenigen Luftschichten, welche die Oberfläche der Erde berühren, und die von den Meteorologen meistens nur als herrschende Winde beachtet werden, obgleich sie sogar in mäfsigen Entfernungen durch örtliche Bedingungen bedeutende Veränderungen ihrer Richtung und selbst ihrer Stärke erleiden, sondern äufsern ihren Einflufs hauptsächlich auch durch ihr Vorhandenseyn in den höhern Regionen, wo so häufig unerwartet Trübungen entstehn und Wolkenbildungen statt finden, die sich nicht selten durch eine Verminderung des Luftdruckes und ein Sinken des Quecksilbers im Barometer schon in voraus ankündigen. Bleiben wir indefs nur bei den uns kenntlich werdenden Luftströmungen, den Winden, stehn, so geht deren bedeutender Einflufs auf die gesammte Witterung, und somit auch auf die Oscillationen des Barometers, wohl aus keiner Sache so augenfällig hervor, als aus dem Resultate der neuesten Untersuchungen des Dr. Eisenlohr, wonach sogar die durch den Mond verursachten Hebungen und Senkungen des Quecksilbers im Barometer mit der Richtung der Winde im Zusammenhange stehn. Hierdurch wird dieses letztere räthselhafte Problem zwar noch dunkler, inzwischen geht damit zugleich ein schwacher Schimmer der Hoffnung auf, auch hierfür vielleicht ein allgemeines Gesetz aufzufinden.

75) Der *Einflufs der Winde* auf die Oscillationen des Barometers ist bereits[1] erwähnt worden und dabei das Verdienst hervorgehoben, welches L. v. Buch sich dadurch erwarb, dafs er die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen Gegenstand vorzüglich richtete. Seitdem hat Kämtz[2] diese Aufgabe gründ-

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 935.
2 Meteorologie. Th. II. S. 313.

lich erörtert und gezeigt, dafs LAMBERT[1] schon im J. 1771 empfahl, die mittleren Barometerstände bei einzelnen Winden aufzusuchen, um auf diese Weise sicherer zu einem allgemeinen Resultate zu gelangen. Auch KIRWAN[2] kannte bereits den Einflufs der Winde und der Wärme auf die Höhe des Barometerstandes und hat diesen in Beziehung auf beide durch eine Menge von Beispielen dargethan. Insofern die barometrischen Oscillationen so sehr unter dem Einflusse der Windrichtungen stehn, dafs man die letzteren aus den ersteren weit besser, als aus gewöhnlichen Windfahnen erkennen kann, die nicht selten durch örtliche Einflüsse bedingt werden, nannte L. v. BUCH die durch die veränderliche Höhe der Quecksilbersäule im Barometer beschriebenen Curven *barometrische Windrosen.* Später erkannte DOVE[3] aus eigenen Beobachtungen den innigen Zusammenhang beider Phänomene, untersuchte das Problem gründlich und theilte die Resultate in einer sehr belehrenden Abhandlung mit. Da der Wind nach seiner verschiedenen Richtung einen ganzen Kreis durchläuft, diese also durch Functionen des Kreises ausgedrückt werden kann und die Aenderung der Windrichtung, wie man schon seit BACO's Aeufserung hierüber allgemein anzunehmen pflegte, mit dem Laufe der Sonne in der Regel zusammenfallen soll, so geht man von Nord = 0 aus durch Ost, Süd u. s. w., bezeichnet W für N durch 0, für NO durch 1, für O durch 2 u. s. w. und entfernt die Anomalieen der einzelnen Beobachtungen durch Anwendung der oben bereits angegebenen Interpolationsformel, um den einem jeden Winde zugehörigen Barometerstand genauer aufzufinden. Heifst demnach B die mittlere Barometerhöhe, B_w die einem gewissen Winde zugehörige, so findet man diese durch den Ausdruck

$$B_w = B + u\,\text{Sin.}\left(w\frac{2\pi}{n} + v\right) + u'\,\text{Sin.}\left(w\frac{4\pi}{n} + v'\right) + \ldots,$$

und da es genügt, bei den beiden letzteren Gliedern der Gleichung stehn zu bleiben, so erhält man

$$B_w = B + u(w\,45^\circ + v) + u'\,\text{Sin.}(w\,90^\circ + v'),$$

worin u und u', v und v' Constanten sind, deren genauester

1 Deutscher gelehrter Briefwechsel. Th. IV. S. 107.

2 Journ. de Phys. T. XXXIX. p. 100.

3 Poggendorff Ann. XI. 545.

Mittelwerth aus den gegebenen Beobachtungen aufgefunden wird. Zur Bestimmung der Maxima und Minima hat man demnächst auf gleiche Weise

$$\frac{d.B_w}{d_w} = 0 = u \,\text{Cos.}\,(w\,45^\circ + v) + 2u' \,\text{Cos.}\,(w\,90^\circ + v').$$

Bezeichnet man die den 8 Winden zugehörigen beobachteten mittleren Barometerhöhen durch 0, 1, 2, ...7, so erhält man nach der von Bessel[1] gefundenen Interpolationsformel

$$B = \frac{0+1+2+3+4+5+6+7}{8},$$

wofür man unbedenklich den mittleren Barometerstand setzen kann; zur Auffindung der Constanten dienen aber folgende Gleichungen

$$u\,\text{Sin.}\,v = \tfrac{1}{4}[0-4+(1-3-5+7)\ \text{Sin.}\,45^\circ]$$
$$u\,\text{Cos.}\,v = \tfrac{1}{4}[2-6+(1+3-5-7)\ \text{Cos.}\,45^\circ]$$
$$u'\,\text{Sin.}\,v' = \tfrac{1}{4}(0-2+4-6)$$
$$u'\,\text{Cos.}\,v' = \tfrac{1}{4}(1-3+5-7).$$

Wollte man die Rechnung für 16 Winde führen und bei den beiden ersten Gliedern stehn bleiben, so wäre der allgemeine Ausdruck:

$$B_w = B + u\,\text{Sin.}\,(w\,22^\circ\,30' + v) + u'\,\text{Sin.}\,(w\,45^\circ + v')$$

und für die Maxima und Minima

$$\frac{d.B_w}{d\,w} = 0 = u\,\text{Cos.}\,(w\,22^\circ\,30' + v) + 2u'\,\text{Cos.}\,(w\,45^\circ + v'),$$

die Bedingungsgleichungen wären dann, wenn man auch B suchen wollte,

$$B = \frac{0+1+2+3+\ldots\ldots 15}{16}.$$

$$u\,\text{Sin.}\,v = \tfrac{1}{8}[0-8+(1-7-9+15)\,\text{Cos.}\,22^\circ 30' \\ +(2-6-10+14)\,\text{Cos.}\,45^\circ + (3-5-11-13)\,\text{Cos.}\,67^\circ 30']$$

$$u\,\text{Cos.}\,v = \tfrac{1}{8}[4-12+(1+7-9-15)\,\text{Cos.}\,67^\circ 30' \\ +(2+6-10-14)\,\text{Cos.}\,45^\circ + (3+5-11-13)\,\text{Cos.}\,22^\circ 30']$$

$$u'\,\text{Sin.}\,v' = \tfrac{1}{8}[0-4+8-12 \\ +(1-3-5+7+9-11-13+15)\,\text{Cos.}\,45^\circ]$$

$$u'\,\text{Cos.}\,v' = \tfrac{1}{8}[2-6+10-14 \\ +(1+3-5-7+9+11-13-15)\,\text{Cos.}\,45^\circ]$$

---

1 Astronomische Beobachtungen u. s. w. Th. I. S. 9. Die Art der Rechnung ist die nämliche, welche oben §. 30. zur Auffindung der Stunden, denen gewisse Barometerhöhen zugehören, angegeben wurde. Es wird jetzt allgemein Gebrauch davon gemacht.

76) Kämtz hat zur Bezeichnung des Zusammenhanges zwischen Barometerhöhen und Windrichtungen folgende Uebersicht gegeben, in welcher ich statt der bereits mitgetheilten Berliner die Carlsruher setze.

Wind	London[1]	Middelburg[2]	Hamburg[3]	Kopenhagen[4]	Apenrade[5]	Paris[6]
N	336''',55	338''',05	336''',4	338''',91	336''',16	336''',50
NO	7,22	7,67	6,8	9,18	7,15	6,68
O	6,43	7,58	6,3	8,54	6,69	5,68
SO	5,50	5,57	6,2	6,64	7,14	4,26
S	4,41	3,93	4,9	6,70	4,25	3,87
SW	4,80	4,45	4,5	6,51	5,16	4,03
W	5,70	6,05	5,5	7,38	6,24	4,94
NW	6,03	6,48	6,2	8,45	6,45	5,92
Mittel	5,83	6,22	5,9	7,91	5,92	5,23

Wind	Minden[7]	Carlsruhe[8]	Wien[9]	Ofen[10]	Moskau[11]	Stockholm[12]
N	336''',97	334''',75	332''',43	329''',81	329''',40	335''',98
NO	7,07	4,95	2,09	30,29	30,28	6,41
O	6,83	4,57	0,60	29,48	29,77	5,71
SO	5,35	3,51	1,72	30,62	28,81	4,57
S	4,54	2,74	1,47	28,87	28,32	4,20
SW	4,81	3,52	0,65	28,27	28,19	4,30
W	5,39	3,96	0,63	29,24	28,51	5,15
NW	6,97	4,54	2,10	29,70	28,82	5,38
Mittel	5,99	4,12	1,49	29,49	29,01	5,21

1 Beob. von 1776 bis 1781 und 1787 bis 89 in Phil. Trans.

2 Beob. von de Perre, berechnet durch L. v. Buch. Berl. Abh. 1818. S. 107.

3 Beek in: Hamburgs Klima. S. 68.

4 Schouw Klimatologie. Hft. 1. S. 88.

5 Beobachtungen von Neuber ebend. S. 91.

6 Beob von Bouvard nach Dove in Poggendorff Ann. XI. 545. Vergl. Edinburgh Journ. of Sc. N. XVII. p. 77.

7 Durch Prof. Hoffmann an Kämtz mitgetheilt.

8 Eisenlohr Unters. über das Klima u. d. Witterungsverhältnisse von Carlsruhe. S. 65.

9 Baumgartner Naturlehre. 3. Aufl. S. 715.

10 Beob. von Weiss nach L. v. Buch a. a. O.

11 Beob. von Engel und Stritter, berechnet von Kämtz.

12 Beob. von Nicander in Mannh. Ephem., berechnet von Kämtz.

Der Einflufs der Windrichtung auf den Stand des Barometers zeigte sich nach NIZZE[1] auch in den funfzigjährigen Beobachtungen zu Bützow, indem NW, N, NO und O eine Abweichung über und SO, S, SW und W dagegen eine Abweichung unter das Mittel des Barometerstandes gaben.

Es zeigt sich also allgemein, dafs das Barometer bei südlichen und südwestl. Winden den niedrigsten, bei nördlichen und nordöstl. Winden den höchsten Stand hat, und sofern die höhere Temperatur dem niedrigern Barometerstande, die niedrigere aber dem höhern zugehört, mufs auch ein diesem entsprechender Zusammenhang zwischen der Wärme und den Windrichtungen statt finden. Einige Meteorologen sind daher geneigt, den Unterschied des Barometerstandes bei verschiedenen Winden vom Einflufs der Wärme ausschliefslich abzuleiten, wonach dann der niedrigste Barometerstand und die gröfste Wärme mit einer gewissen Richtung des Windes zusammenfallen, die Maxima der Barometerhöhen und die niedrigsten Temperaturen dagegen dieser gegenüber liegen müfsten; allein die Windrichtungen unterliegen nicht selten örtlichen Bedingungen, und namentlich ist der Umstand der Beachtung sehr werth, auf welchen KÄMTZ[2] aufmerksam gemacht hat, dafs nämlich das Barometer steigen mufs, wenn den an gewissen Orten im Allgemeinen vorherrschenden Luftströmungen andere entgegenfliefsen und dadurch eine Aufhäufung der Luftmassen bewirken. Aus ebendieser Ursache leitete schon früher L. v. BUCH den ungewöhnlich hohen Barometerstand auf Teneriffa ab, wie bereits oben (§. 44.) erwähnt worden ist, und wir würden eine Erweiterung des dort aufgestellten allgemeinen Satzes erhalten, wenn wir annehmen wollten, dafs durch das Zusammenfallen örtlicher Luftströmungen mit der allgemeinen bereits herrschenden eine Wegführung der Luftmassen bei niedrigem Barometerstande, durch das Entgegenströmen beider dagegen eine Aufhäufung derselben bei hohem Barometerstande bewirkt werde.

77) Aus der oben (§. 66.) mitgetheilten Uebersicht ergiebt sich eine Zunahme der absoluten Maxima und Minima

1 Kastner Archiv. Th. VII. S. 253.
2 Meteorologie. Th. II. S. 319.

der Barometerschwankungen mit den Graden der Breite, und dafs ebendieses Gesetz rücksichtlich der mittleren monatlichen Oscillationen statt finde, hat KÄMTZ[1] durch eine aufserordentliche Menge von Beispielen erwiesen, die aus den verschiedensten Quellen mühsam zusammengetragen sind. Die tabellarische Zusammenstellung ist so interessant und für die Uebersicht der barometrischen Oscillationen an den verschiedenen Orten und unter zunehmenden Breiten so wichtig, dafs ich kein Bedenken trage, die Hauptresultate, um einige wenige vermehrt, hier aufzunehmen, wegen der Quellen jedoch zur Ersparung des Raumes auf das Werk selbst verweise. Die letzte Columne enthält die mittlere ganzjährliche Oscillation in par. Linien.

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
Batavia . . .	6° 12′ S.	106° 54′ O.	0	1,32
Tivoli (Domingo)	18 35 N.	70 0 W.	0	1,82
Sierra Leone . .	8 30 —	12 30 —	0	1,97
Martinique . .	15 40 —	61 0 —	0	2,29
Seringapatam . .	12 45 —	76 51 O.	400	2,45
Mexico . . .	19 26 —	99 5 W.	1168	2,79
Havannah . . .	23 9 —	82 23 —	0	2,84
Calcutta . . .	22 34 —	88 29 O.	0	3,35
Rio Janeiro[2] . .	22 54 S.	42 39 W.	4	3,43
Puhna[3] . . .	18 00 N.	. . . . . —	300	3,61
Teneriffa . . .	28 28 —	16 16 O.	0	3,76
Aleppo	36 11 —	36 50 —	- -	4,03
Cairo	30 2 —	31 19 —	0	4,10
Funchal (Madeira)	32 37 —	16 55 W.	0	4,62
Bagdad	33 20 —	44 25 O.	0	4,64
Capstadt . . .	33 55 S.	18 24 —	0	5,52
Heidelberg . .	49 24 N.	8 41 W.	55	6,44
Felix Harbour[4] .	69 59 —	92 0 W.	0	6,69
Charlestown . .	32 50 —	80 10 W.	0	6,99
Mont Louis . .	42 50 —	2 5 O.	- -	7,02
Peking	39 64 —	116 28 —	0	7,38
Oleron	43 10 —	0 40 W.	- -	7,44
Paramatta . . .	33 49 S.	151 1 O.	0	7,50

1 Meteorologie. Th. II. S. 333.

2 ESCHWEGE Journal von Brasilien. Heft I. S. 149.

3 SYKES in Phil. Trans. 1835. p. 167.

4 Ross Narrative of a second Voyage. Appendix.

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Os-cillat.
Lausanne . . .	46°31'N.	6°45'O.	255	7,57
Rom	41 54 —	12 28 —	0	7,60
Marseille . . .	43 18 —	5 22 —	0	7,84
St. Gotthardt .	46 0 —	8 35 —	1073	7,96
Montpellier . .	43 36 —	3 53 —	0	7,99
Turin	45 4 —	7 35 —	123	8,02
Mantua . . .	45 9 —	10 48 —	---	8,04
Mailand . . .	45 28 —	9 12 —	66	8,34
Pyschminsk . .	57 0 —	78 50 —	---	8,42
Mezin	44 6 —	0 10W.	---	8,43
Arles	43 41 —	4 38 O.	---	8,44
Unalaschka[1] . .	57 — —	167 40W.	---	8,44
Dijon	47 19 —	5 2 O.	143	8,48
Bourbonne les Bains	46 35 —	1 26W.	---	8,51
Dax	43 42 —	1 3W.	---	8,52
Ofen	47 30 —	19 3 O.	---	8,83
Padua	45 24 —	11 53 —	0	8,87
Cüsset (Bourbonnais)	46 36 —	3 25 —	---	8,91
St. Maurice . .	46 30 —	1 0 —	295	8,98
Augsburg . . .	48 22 —	10 54 —	244	9,01
Wien	48 13 —	16 23 —	160	9,10
Mühlhausen . .	47 49 —	7 10 —	---	9,15
Metz	49 7 —	6 10 —	75	9,22
München . . .	48 8 —	10 34 —	276	9,26
Troyes . . .	48 18 —	4 5 —	---	9,52
Prag	50 5 —	14 25 —	98	9,55
Bourdeaux . .	44 50 —	0 34W.	0	9,61
Les-Efforts . .	46 47 —	1 0 O.	---	9,67
Kamyschin . .	50 5 —	45 24 —	---	9,69
Strafsburg[2] . .	48 35 —	7 45 —	71	9,72
Kinfouns Castle[3]	56 53 —	.. ....	25	9,72
Chinon . . .	47 21 —	0 30 —	---	9,74
Regensburg . .	49 1 —	12 2 —	197	9,76
Poitiers . . .	46 35 —	0 21 —	---	9,95
Montargis . . .	47 42 —	3 35 —	---	9,98
Breslau . . .	51 7 —	17 2 —	67	10,08
Carlsruhe[4] . .	49 1 —	8 24 —	55	10,06
Laigle	48 54 —	2 10 —	---	10,12
Nantes	47 13 —	1 33W.	0	10,16
Hagenau . . .	48 49 —	7 40 O.	74	10,17

1 Kupffer in Poggendorff Ann. XXIII. 116.
2 Eisenlohr in Poggendorff Ann. XXXV. 144.
3 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389.
4 Eisenlohr Klima u. Witterungsverhältnisse von Carlsruhe. S. 96.

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
Montmorenci . .	49° 0'N.	2°19'W.	—	10,22
La Rochelle . .	46 9 —	1 10 —	0	10,27
Chartres . . .	48 27 —	1 29 O.	—	10,27
Arras	50 12 —	2 45 —	—	10,42
Paris	48 50 —	2 20 —	37	10,49
Mannheim . .	48 29 —	8 28 —	47	10,49
Vire	48 50 —	0 50 W.	0	10,51
Rouen	49 26 —	1 6 O.	—	10,63
Moskau . . .	55 46 —	37 33 —	60	10,74
Sagan	51 42 —	15 22 —	85	10,89
Leiden . . .	52 9 —	4 29 —	0	10,96
Cambray . . .	50 11 —	3 14 —	0	11,05
Fort Churchil . .	58 47 —	94 4 W.	0	11,09
Halle	51 29 —	11 58 O.	50	11,18
Berlin	52 31 —	13 22 —	18	11,19
Hamburg . . .	53 33 —	9 59 —	0	11,20
Newhaven . .	41 10 —	72 30 W.	0	11,21
Penzanze . . .	50 12 —	5 32 —	0	11,27
Brüssel . . .	50 51 —	4 22 O.	44	11,37
Cambridge . .	42 23 —	72 17 W.	0	11,37
Göttingen . .	51 32 —	9 55 O.	69	11,41
St. Malo . . .	48 39 —	2 1 W.	0	11,45
Jakuzk . . .	62 2 —	129 42 O.	45	11,49
Tomsk . . .	59 39 —	83 10 —	41	11,53
Sidmouth . . .	50 41 —	3 13 W.	—	11,63
Bristol	51 27 —	2 35 —	—	11,86
Haag	52 5 —	4 19 O.	0	11,95
Zwanenburg . .	52 20 —	4 52 —	0	12,08
Sparendam . .	52 20 —	5 0 —	0	12,10
Clunie (Pertshire)	56 35 —	— — —	29	12,16
Plymouth . .	50 22 —	4 8 W.	0	12,20
Dünkirchen . .	51 2 —	3 14 O.	0	12,26
Kopenhagen . .	55 41 —	12 34 —	0	12,31
London . . .	51 31 —	0 0 —	0	12,36
Franeker . . .	53 16 —	1 0 O.	0	12,38
Rotterdam . .	51 55 —	4 29 —	0	12,42
Warschau . .	52 14 —	21 3 —	—	12,47
Petersburg[1] . .	59 56 —	30 19 —	16	12,49
Kasan[2] . . .	55 44 —	49 35 —	20	12,50
Slatoust[2] . . .			187	12,51

1 Nach den genauen Beobachtungen in den Jahren 1831, 1832 u. 1833 war der höchste monatl. mittlere Stand im Sept. 1833 = 28,418 Z., der niedrigste im August 1833 = 27,77 Zoll, also betrug die Oscillation nur 7,776 Lin. S. Mém. de Petersb. VIme Sér. T. III. p. XV.

2 Kupffer in Poggendorff's Ann. XVII. 501.

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
Gosport . . .	50° 48' N.	1° 6' W.	---	12,72
Amsterdam . .	52 22 —	4 53 O	0	12,73
Middelburg . .	51 30 —	3 37 —	12	12,85
Spydberg . . .	59 30 —	9 10 —	106	13,05
Upsala	59 52 —	17 39 —	---	13,10
Bützow[1] . . .	53 54 —	12 9 —	5	13,17
Torneö . . .	65 51 —	24 10 —	0	13,19
Leuwarden . .	53 12 —	1 40 —	0	13,22
Stockholm . .	59 21 —	18 3 —	0	13,24
Abo	60 27 —	22 20 —	0	13,28
Castle-Toward[2]	55 50 —	4 58 W.	19	13,48
Lancaster . . .	54 5 —	2 45 —	0	13,74
Kendal[3] . . .	54 20 —	2 56 —	0	13,74
Edinburg . . .	55 57 —	3 10 —	43	13,82
Bergen . . .	60 24 —	5 21 O.	0	13,86
Nain	57 8 —	61 20 W.	0	14,34
Umeo	63 50 —	20 15 O.	0	14,36
Christiania . .	59 55 —	10 49 —	0	14,62
Näs[4] (Island) .	64 30 —	20 15 W.	---	15,92

Aus dieser Zusammenstellung geht auffallend hervor, die mittleren monatlichen unregelmäſsigen Oscillationen niederen Breiten kaum wahrnehmbar sind und sich in d gelmäſsigen fast gänzlich verlieren, dagegen mit zunehm Breiten wachsen, bis sie eine bedeutende, schon in w Monaten kenntliche Gröſse erhalten. Eine nähere Un chung der Beobachtungen ergiebt ferner, daſs die mi monatlichen Oscillationen der verschiedenen Jahre ei sehr gleichen und weniger von einander verschieden sin die absoluten Maxima, die nur ausnahmsweise eine seh deutende Gröſse zu erreichen pflegen. Kämtz hat ver die Gröſse dieser Schwankungen als eine Function der durch einen analytischen Ausdruck darzustellen, jedoch er für verschiedene Reihen von Breitengraden andere cienten gebrauchen, um die Beobachtungen mit den F in Uebereinstimmung zu bringen, und auſserdem zeigt

1 Nizze in Kastner's Archiv. Th. VII. S. 253.

2 Kirkman Finlay in Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV.

3 Sam. Marshall in Edinburgh Journ. of Sc. New Ser. p. 332.

4 Schouw in Poggendorff Ann. XXVI. 428.

[ge]ge Gröſse der Oscillationen unter sehr hohen Breiten, daſs [s]ie dort wieder abnehmen. Es wäre zwar leicht, den analy[tischen] Ausdruck hiernach einzurichten, allein der bloſse An[blick] der Tabelle zeigt deutlich, daſs noch andere Einflüsse, [als] die geographische Breite, die Gröſse dieser Schwankungen [bed]ingen. Hierüber allgemeine Gesetze aufzufinden scheint [mi]r für jetzt noch unthunlich und ich verweise deswegen auf [de]n Versuch von Kämtz[1], für einen Theil von Europa und [die]jenigen Orte zu bestimmen, wo die unregelmäſsigen [Bar]ometerschwankungen einander gleich sind, und diese durch [Lini]en zu verbinden, welche er *isobarometrische Linien* nennt[2]. [Im] Allgemeinen ist nicht zu verkennen, daſs der gröſsere [Wech]sel der Temperatur mit den gröſseren Schwankungen des [Baro]meters zusammenfällt, und beide Phänomene haben dann [wied]er in den Mengungen wärmerer und kälterer Luftmassen [ihre]n Grund, wovon die ersteren aus der äquatorischen Zone, [die] letzteren von den Polen herzuströmen, die barometrischen [Schw]ankungen aber werden da am häufigsten und am gröſsten [sein], wo diese Ströme am häufigsten und von gröſster [Versch]iedenheit zusammentreffen. Hieraus erklärt sich dann [auch] die Abnahme derselben in der Polarzone und vielleicht [ist] unter dem Pole selbst der Stand des Barometers ebenso [konstan]t, als unter dem Aequator.

[...]) Ueber den *Zusammenhang zwischen den barometri[schen] Schwankungen und den Hydrometeoren nebst den Win[den, d]ie sie zu begleiten pflegen*, ist bereits geredet worden[3]; [es v]erdienen hier jedoch noch die bedeutenden Erweiterungen [erwähnt] zu werden, welche dieses Problem durch die gehaltrei[chen U]ntersuchungen von Dove[4] und Kämtz[5] erhalten hat. [Ersterer] legt dabei Pariser, letzterer Stockholmer Beobach[tungen z]um Grunde, und aus beiden folgt ganz übereinstim[mend, da]ſs im Allgemeinen das Barometer am Tage vor dem [Regen s]inkt, während des Regens selbst aber steigt, in bei[den Fäl]len aber bei östlichen Winden sinkt und bei westli-

---

1 [M]eteorologie. Th. II. S. 339.
2 [K]ämtz gesteht selbst, daſs dieser Name eigentlich für gleiche [Barometer]höhen gehöre, wie bereits oben §. 61. bemerkt wurde.
3 Art. *Barometer*. Bd. I. S. 935.
4 [Po]ggendorff Ann. XIII. 305.
5 [Me]teorologie. Th. II. S. 364.

chen steigt. Für Deutschland und einen großsen Theil des westlichen Europa's ist dieses Gesetz gewiſs herrschend, denn auch hier in Heidelberg und über der angrenzenden Rheinebene, wo örtliche specielle Einflüsse den regelmäſsigen Gang der Witterung nicht stören, habe ich dasselbe durch langjährige Erfahrung bestätigt gefunden. Erst nachdem der hohe Barometerstand einige Zeit gedauert hat, tritt heiteres Wetter ein, welches so viel länger dauert, je gröſser die Barometerhöhe war, je langsamer sie erreicht wurde und je länger sie anhielt. Die Heiterkeit des Himmels und die Wärme nehmen zu mit sinkendem Barometer und östlichen, nach Süden übergehenden Winden, bis man bei ganz wolkenfreier Atmosphäre aus der erreichten Tiefe des Barometerstandes mit Gewiſsheit bevorstehenden Regen voraussagen kann. Meistens steigt dann das Barometer erst, der Wind erhält eine südwestliche, dann eine westliche Richtung, es erfolgt Regen in der Regel mit südwestlicher Richtung des Windes und er dauert fort mit Abnahme der Temperatur und steigendem Barometer, während der Wind zwischen Nordwest und Südwest schwankt, selbst bis er eine nördliche Richtung annimmt und diese einige Zeit beibehält. Häufiger und schneller Wechsel der Windrichtungen und des Barometerstandes deuten auch hier, wie wohl überall, auf regnerische Witterung und beurkunden dadurch den innigen Zusammenhang zwischen dem Barometerstande, der Temperatur und den beide bedingenden Luftströmungen. Auf gleiche Weise läſst ein plötzliches tiefes Sinken des Barometers auf heftige Stürme schlieſsen, wie bereits[1] erwähnt worden ist. Daſs dieses auch auf niedere Breiten sich erstrecke, hat v. Humboldt[2] theils aus eigenen Beobachtungen zu Havanna, theils aus denen erwiesen, die Orta zu Vera-Cruz (19° 11' N. B.) angestellt hat, wo bei anhaltenden Nordwinden das Barometer von 333 auf 341 Lin. steigt. Kirwan's Angabe, daſs auf der Bartholomäus-Insel im J. 1792 das Barometer während eines Sturmes um 18,6 Lin. gefallen sey, scheint v. Humboldt in Zweifel zu ziehn, indeſs beobachtete auch Brunel[3] 1786 auf Isle de France, daſs das Barometer

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 920 und 937.
2 Voyages T. X. p. 446. Vergl. Kämtz a. a. O. S. 369.
3 Ephem. Soc. Met. Pal. T. I. p. 399. bei Kämtz a. a. O.

zwischen 7^h Morgens am 14. Dec. und um 2^h 30′ am 15ten von 334‴,5 bis 321‴,3 herabging, nach 2,5 Stunden aber seinen ersten Stand wieder erreichte. Auch Beaufoy[1] berichtet ein solches Sinken des Barometers am 21. Sept. 1792 auf St. Thomas, indem es von 337,34 bis 324,18 Lin. herabging. Was übrigens v. Humboldt in Beziehung auf niedere Breiten anführt, dafs nämlich dort das Barometer bei heftigen und anhaltenden Stürmen seinen Stand nicht ändere, findet nach den bereits (§. 60.) erwähnten Beobachtungen von Parry unter höheren Breiten gleichfalls ausnahmsweise statt. Die gewöhnlichen bedeutenden Oscillationen erstrecken sich oft über eine weit ausgedehnte Länderstrecke[2], nur ist zu bedauern, dafs der ganze Umfang ihrer Ausdehnung nicht vollständig ausgemittelt werden kann und es schon einen grofsen Aufwand von Mühe und Zeit erfordert, gleichzeitige Messungen aus entfernten Gegenden zusammenzufinden. Vorzüglich hat sich Brandes[3] um die Ausmittelung hierher gehöriger Thatsachen verdient gemacht, indem er einen zusammenhängenden Wechsel der barometrischen Oscillationen zwischen Mafra bei Lissabon, Torneö und Petersburg nachwies, dessen weitere Erstreckung nach Nordamerica und Syrien aus gleichzeitigen Beobachtungen hervorging. Aus einer andern Zusammenstellung von Beobachtungen in Frankreich, Italien, Deutschland, Scandinavien, Island und dem europäischen Rufsland zeigte ebenderselbe[4] das Stattfinden eines gleichzeitigen Sinkens des Barometers am 24. Dec. 1821, welches in Island geringer war, als in Frankreich, und überhaupt nach Osten hin abnahm, so dafs sich im Ganzen auf starke Stürme im atlantischen Oceane schliefsen liefs, welche Vermuthung aufserdem durch Beobachtungen des Golphstromes von Sabine bestätigt wurde. Kämtz[5] zeigt mit überwiegenden Gründen, dafs bei solchen

---

1 Ann. of Phil. T. XV. p. 332. Das plötzliche Sinken des Barometers bei dem Typhon, welchen v. Krusenstern an der Küste von Japan erlebte, wo das Quecksilber bis unter die Scale fiel, ist bekannt.

2 Vergl. *Barometer*. S. 939.

3 Beiträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8. S. 26 ff.

4 De repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observ. Lips. 1826. 4.

5 Meteorologie. Th. II. S. 375.

Meteoren an kein Verschwinden einer bedeutenden Masse von Luft, etwa in Folge einer Absorption derselben durch die Erde nach einer unhaltbaren Hypothese von MEINECKE[1], noch an einen Zusammenhang derselben mit Erdbeben, wie 1783 mit dem in Calabrien nach VAN SWINDEN, zu denken sey, da die letzteren, ihrer furchtbaren Gewalt ungeachtet, solche große Wirkungen hervorzubringen nicht vermögen, sondern daſs hauptsächlich durch das Aufsteigen der erwärmten Luft, die in gröſseren Höhen abflieſst, eine Art Oscillation entsteht, wodurch das Barometer über einer gröſsern oder geringern Länderstrecke sinkt, über einer andern dagegen steigt; auch ergiebt sich aus den meisten Untersuchungen, daſs in der Regel beide entgegengesetzte Phänomene gleichzeitig statt finden, obgleich es nicht allezeit möglich ist, durch Beobachtungen aus hinlänglich entfernten Gegenden diese Thatsache bestimmt nachzuweisen. Nach DOVE[2] wird ein solches weitverbreitetes Sinken des Barometers durch eine anhaltende südliche Luftströmung bewirkt, wobei der Wind allmälig von Süd durch West und Nord nach Ost sich drehend herumläuft und überall die Ankunft solcher warmer und feuchter Luftmassen durch höhere Temperatur und Hydrometeore kund macht. Bei den von BRANDES untersuchten Fällen am 24. Dec. 1821 u. 3. Febr. 1823 unterstützten viele Thatsachen diese Hypothese, namentlich die hohe Temperatur, welche in der Schweiz, in Frankreich und dem nördlichen Deutschland gleichzeitig mit dem Sinken des Barometers beobachtet wurde, statt daſs in America in Folge eindringender nördlicher Luftströmungen starke Kälte herrschte. Auch die bedeutenden Niederschläge, welche in Folge einer Abkühlung dieser feuchten, aus südlichen Gegenden herbeiflieſsenden Luftmassen entstehn und gleichzeitig eine mitwirkende beträchtliche Verminderung des Luftvolumens nach sich ziehn müssen, findet man in den vorhandenen Nachrichten angegeben und überhaupt zeigen beide Fälle augenscheinlich den angenommenen Durchgang des Windes durch das Minimum der Windrose von Süd durch West bis Nord und Ost, wie auf gleiche Weise die auſserordentlich weite Verbreitung dieser groſsen Oscillation im ganzen Luftocean. Ganz analoge Erscheinungen,

---

1 Schweigg. Journ. T. XXXVIII. p. 194.
2 Poggendorff Ann. XIII. 596.

als die erwähnten, zeigten sich in den Stürmen und den ganz ungewöhnlichen Regengüssen, welche im October bis in den November des Jahres 1824 die in einer Richtung von Süd nach Nord fortschreitenden Ueberschwemmungen erzeugten, an den Küsten der Niederlande und den dänischen Inseln unermefslichen Schaden anrichteten und das Wasser der Ostsee in die Mündung der Newa trieben. Auch von diesen zeigt Kämtz[1], dafs die hierbei thätigen Luftströmungen in unglaublicher Entfernung wahrnehmbar waren und nach der Gleichzeitigkeit der Phänomene zu schliefsen mit den heftigen westlichen Stürmen zusammenhingen, welche Kotzebue's Reise von Californien nach den Sandwich-Inseln beunruhigten. Im Gegentheil war gegen Ende des Januars 1820 ein in England hauptsächlich und auch auf dem Continente wahrgenommenes ungewöhnliches Steigen des Barometers von gleich seltener Kälte begleitet[2].

3) *Hygrometer.* Dieses meteorologische Werkzeug war schon bei der Bearbeitung des ihm gewidmeten Artikels[3] zu einem solchen Grade der Vollkommenheit gebracht, dafs sich sobald keine Verbesserungen erwarten lassen, indem namentlich das *Psychrometer*, mit der erforderlichen Sorgfalt ausgeführt, alles dasjenige leistet, was man rücksichtlich des aufzufindenden Feuchtigkeitsgrades der Atmosphäre verlangt. Die hier folgenden Zusätze können daher blofs dazu dienen, die Uebersicht dessen, was überhaupt in Beziehung auf diesen wichtigen physikalischen Apparat geschehn ist, zu vervollständigen.

79) Vorschläge zur Anwendung hygrometrischer Substanzen aus dem Thierreiche sind mir neuerdings nicht bekannt geworden, dagegen hat man deren mehrere aus dem Pflanzenreiche empfohlen. In dieser Hinsicht ist zu bemerken, dafs eine in Salzwasser getränkte Hanfschnur vor Smeaton schon früher durch Onufrius Conversinius[4] in Vorschlag gebracht worden ist. Statt des durch Dalencé empfohlenen Papierstreifens empfiehlt Blackadder[5] das Strohpapier (*papier végétal*),

1 Meteorologie. Th. II. S. 383.
2 Edinburgh Phil. Journ. N. IV. p. 335.
3 Bd. V. S. 502.
4 Atti dell' Accad. Pistojese. T. I. p. 240.
5 Dublin Philos. Journ. N. I. p. 150.

dessen hygrometrische Kraft er drei Jahre lang unverändert gefunden haben will. Aus ebendieser Substanz hat BENOIT[1] einen sehr künstlichen Apparat, bei welchem ein spiralförmiger, auf eine dünne metallene Lamelle geklebter Streifen zum Messen der Feuchtigkeit dienen soll, in Vorschlag gebracht. Das durch FRANKLIN empfohlene Mahagoniholz wurde durch GOUGH[2] gleichfalls als eine zu hygrometrischen Messungen vorzüglich geeignete Substanz gepriesen, und überhaupt wird man das Holz wohl stets als hierzu brauchbar betrachten[3], besonders da es so wohlfeil und leicht zu bearbeiten ist. SCHÖN[4] empfiehlt, und gewifs nicht ohne vorhergegangene Prüfung, die Samenkapseln von *pelargonium triste.* Die Beschreibung eines Hygrometers von LANDI[5], aus welcher kaum zu entnehmen ist, wie das Instrument eigentlich beschaffen seyn soll, führe ich nur beiläufig an, auch möge hier noch im Vorbeigehn erwähnt werden, dafs schon vor DE LA RIVE[6] der Vorschlag, die Schwefelsäure als hygroskopische Substanz zu benutzen, und zwar ganz auf die angegebene Weise, durch VAN MONS[7] geäufsert worden ist. Inzwischen ist man von der Meinung, dafs alle diese Substanzen allmälig ihre hygroskopische Eigenschaft verlieren und daher überall zu feinen Versuchen nicht taugen, weil sich der bereits eingetretene Grad der Unempfindlichkeit nicht wohl ermitteln läfst, nicht zurückgekommen, vielmehr ist dieselbe weit allgemeiner verbreitet, und selten werden daher die Künstler noch solche Apparate anders verfertigen, als wenn es für einige Zeit auf eine leichte und schnelle Ausmittelung des wechselnden Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre abgesehn ist. Unterdefs ist eine sehr gründliche Abhandlung über diesen Gegenstand erschienen, die nicht mit Stillschweigen übergangen werden darf. SUERMAN hat nämlich in einer gekrönten Preisschrift[8] die Principien, worauf

1 Aus Recueil indust. in Dingler's polyt. Journ. Th. XXXV. S. 252. Quarterley Journ. of Science, Lit. and Arts. New Ser. N. XIII. p. 195.

2 Tilloch Philos. Mag. T. XXXIII. p. 177.

3 Vergl. Dingler a. a. O. Th. XLI. S. 104.

4 Kastner Archiv. Th. I. S. 315.

5 Bibliotheca Italiana 1831. Oct. p. 139.

6 Ann. Chim. et Phys. T. XXX. p. 89.

7 Configliachi e Brugnatelli Giorn. di Fisica. T. II. p. 79.

8 Commentatio de definienda quantitate vaporis aquei in atmo-

die Construction der verschiedenen Hygrometer beruht, theoretisch geprüft und ist dadurch gleichfalls zu der Ueberzeugung gelangt, dafs die Veränderlichkeit der zu ihnen verwandten hygroskopischen Substanzen ihrer Anwendung zu scharfen Messungen ein unübersteigliches Hindernifs entgegensetzt, allein wegen des grofsen Ansehns, wozu die Hygrometer von DE SAUSSURE und von DE LUC gelangt sind, und bei der Bequemlichkeit und Kürze, womit die Beobachtungen angestellt werden, haben verschiedene Gelehrte sich bemüht, namentlich aus den Graden des Haarhygrometers die Dichtigkeit des Wasserdampfes der Atmosphäre zu entnehmen. Was DE SAUSSURE[1] selbst in dieser Beziehung geleistet hat, ist unbedeutend, die Versuche von DULONG kennen wir blofs in ihren durch BIOT[2] mitgetheilten Resultaten. Von gröfserem Umfange sind diejenigen, welche GAY-LUSSAC[3] und PRINSEP[4] angestellt haben, indem sie luftleere Gefäfse mit Dampf von gemessener Dichtigkeit anfüllten und die Grade des Haarhygrometers ablasen, welche dasselbe dann zeigte. KÄMTZ[5] hat die Tabellen mitgetheilt, die zur Reduction der Grade des Haarhygrometers auf den wirklichen Dampfgehalt der Atmosphäre hieraus berechnet worden sind, allein da auch dieser in der Theorie und Praxis gleichmäfsig wohl bewanderte Meteorolog sich gegen den Gebrauch solcher Hygrometer erklärt, so scheint es mir nicht der Mühe werth, ihnen den erforderlichen Raum zu opfern, zumal da eine abermalige Berechnung der von GAY-LUSSAC erhaltenen Werthe durch SUERMAN eine so grofse Fehlergrenze zeigt, dafs man bei der Gewandtheit jenes Experimentators auf die Unmöglichkeit, durch diese Verfahrungsart zum gewünschten Ziele zu gelangen, schliefsen mufs. MELLONI[6] wählte wohl das sinnreichste Verfahren.

---

sphaera vel aëre quocumque. L. B. 1831. 4. Eine sehr vollständige Monographie der Hygrometer ist: Enumeratio ac descriptio Hygrometrorum, quae inde a Saussurii temporibus proposita sunt. Auct. A. G. Bunsen. Gott. 1830. 4.

1 Hygrometrie. S. 197.
2 Traité de Phys. T. II. p. 208.
3 Biot a. a. O. p. 199.
4 Zeitschrift für Physik und Mathematik. Th. II. S. 29.
5 Meteorologie. Th. I. S. 327.
6 Ann. Ch. Phys. T. XLIII. p. 39.

Er schloſs das Hygrometer in eine Glasröhre ein, welche oben verschlossen war, unten aber auf einer Luftpumpe exantlirt und dann auf eine manometrische Vorrichtung geschraubt werden konnte, die aus Glasröhren zusammengesetzt sich mittelst eines Getriebes mehr oder weniger tief in Quecksilber eintauchen lieſs. Nach dem Exantliren der das Hygrometer einschlieſsenden Röhre wurde durch ein Haarröhrchen eine angemessene kleine Menge Wasser in dieselbe gebracht, die sich sogleich in Dampf verwandelte und den ganzen Raum ohne Rückstand von tropfbar flüssigem Wasser ausfüllte. Nach dem Eröffnen der Communication mit dem Manometer breitete sich der eingeschlossene Wasserdampf auch in diesem aus, das Quecksilber in demselben sank tiefer herab, durch Eintauchen des Manometers in Quecksilber lieſs sich dann der Raum, welchen der Wasserdampf einnahm, und somit auch dessen Dichtigkeit nach Willkür vergröſsern oder verringern, die Elasticität und Dichtigkeit des Dampfes wurde durch die Höhe der Quecksilbersäule in der Manometerröhre angegeben und auf solche Weise wurde sowohl diese Gröſse, als auch der ihr zugehörige Grad am Haarhygrometer gleichzeitig durch den nämlichen Apparat bestimmt. Drei Reihen solcher Versuche wurden angestellt, um aus dem Mittel derselben noch genauere Resultate zu erhalten. Daſs dieses Verfahren sinnreich ersonnen sey, wird niemand in Abrede stellen, allein eigene sowohl, als auch fremde Versuche haben mich überzeugt, daſs es sehr schwer sey, aus dem Sinken der Quecksilbersäule vermöge des über ihr befindlichen Wasserdampfes die Elasticität und Dichtigkeit des letztern genau zu ermitteln, und auſserdem hatte schon DE SAUSSURE mit der Eigenthümlichkeit der angewandten Haare zu kämpfen, so daſs man bei jedem gegebenen Hygrometer dieser Art sich auf den richtigen Gang desselben doch nicht verlassen darf.

80) Je weniger man also hoffen darf, durch die Apparate dieser Art zu genauen hygrometrischen Bestimmungen zu gelangen, um so mehr hat man sich bemüht, die Hygrometer, welche auf das Princip des Niederschlags und der Verdunstung gegründet sind, zu vervollkommnen und ihren Gebrauch zu erleichtern. Unter die frühesten Vorschläge, den Dampfgehalt der Atmosphäre nach der Temperatur zu bestimmen, bei welcher sich der erste Niederschlag auf abge-

kühlten Körpern zeigt, gehört auch der von Soldner[1], welcher jedoch damals unbeachtet blieb. Sobald dagegen Daniell die Aufmerksamkeit der Physiker auf seinen Apparat gelenkt hatte, wurde dieser auf mehrfache Weise abgeändert, wie bereits angegeben worden ist. In der Hauptsache wird entweder das zur Bestimmung des Thaupunctes dienende Thermometer nach der ursprünglichen Einrichtung durch die abkühlende Flüssigkeit umgeben, auf deren Hülle sich dann der Thau niederschlägt, oder die Aufsenfläche des Thermometers wird abgekühlt und nimmt auch unmittelbar den Niederschlag auf. Gegen die letztere Einrichtung machte Daniell den Einwurf, dafs der in der Umgebung erzeugte Aetherdampf einen störenden Einflufs äufsere, Foggo[2] aber drehte diesen Vorwurf um und behauptete, dafs bei der andern Constructionsart die Leitungsfähigkeit des die Thermometerkugel bis zur Hälfte einschliefsenden Aethers bedingend einwirke. Bei den guten Instrumenten, namentlich den vom jüngern Greiner zu Berlin verfertigten, schneidet jedoch die verdunstende Oberfläche sowohl die kleine Thermometerkugel, als auch den vergoldeten Ring, auf welchem sich der niedergeschlagene Thau zuerst zeigt, und so ist mindestens die wohlbegründete Vermuthung vorhanden, dafs in dieser gemeinschaftlichen Ebene eine gleiche Temperatur herrsche. Von gröfserer Bedeutung dagegen sind diejenigen Fehler, welche John Adie[3] aus eigener Erfahrung entnommen haben will. Hiernach soll nämlich ein tiefer liegender Thaupunct durch diejenigen Instrumente angezeigt werden, die mit schlechterem Aether gefüllt sind, ein höherer aber, wenn der enthaltene Aether besser ist, jedoch sollen die letzteren eine gröfsere Menge Aether beim Gebrauche erfordern. Ferner will er gefunden haben, dafs sofort das eingeschlossene Thermometer um mehrere Grade sinkt und eine Bethauung der Kugel erfolgt, wenn man den Apparat in der Nähe des Thaupunctes etwas schüttelt, wonach also selbst eine leicht mögliche geringe Bewegung des Instrumentes Fehler herbeiführen würde. Als das beste Prüfungsmittel für diese Art von Hygrometern durch genaue Auf-

---

1 G. XXXII. 219.
2 Edinburgh Journ. of Science. N. XIII. p. 57.
3 Ebend. New Ser. N. I. p. 62.

findung des eigentlichen Thaupunctes betrachtet ADIE das einfache Verfahren von SAUSSURE, wonach man ein Glas mit Wasser füllt, welches gerade so weit erkaltet ist, dafs sich ein feiner Thau auf seiner Oberfläche anlegt. Nach dem Vorschlage von CONNELL erreicht man dieses bei grofser Sommerhitze leicht durch Wasser aus einem tiefen Brunnen, bei niedrigerer Temperatur aber durch Auflösung von Salzen; allein nach diesem Principe kann man nicht füglich tragbare, jederzeit zu Gebote stehende Apparate verfertigen. Als zweckmäfsigstes und durch Vergleichung mit diesem Prüfungsmittel sich am bewährtesten zeigendes Hygrometer empfiehlt ADIE ein feines Thermometer mit einer Scale, welche nur zwischen — 10° und + 110° F. in Grade und, wo möglich, Theile derselben getheilt worden ist, dessen kleine Kugel sich in der Mitte einer hohlen gröfseren, von schwarzem Glase befindet. Der Zwischenraum zwischen beiden Kugeln soll mit einer nicht leicht gefrierenden Flüssigkeit, etwa Alkohol oder Salzwasser gefüllt, die äufsere Kugel aber mit Seidenzeuge so überzogen seyn, dafs nur ein kleiner Theil von etwa 0,25 Zoll Fläche frei bleibt, worauf sich der Thau niederschlägt, wenn man die Oberfläche durch aufgetröpfelten Schwefeläther langsam erkaltet. ADIE's Künstlertalent und Beobachtungsgabe sind vortheilhaft bekannt, allein dieser Apparat verspricht wegen der erforderlichen Fortpflanzung der Wärme durch die einschliefsende Flüssigkeit keine genauen Resultate. Zweckmäfsiger dürfte es seiner eigenen Ansicht gemäfs seyn, einen solchen Apparat nach dem einfachen Principe von LE ROY und SAUSSURE anzuwenden, als VERNON HARCOURT[1] und A. CONNELL[2] in Vorschlag gebracht haben. Dieser besteht aus einer Phiole von dünnem Messingblech, etwa 1,5 Zoll im Durchmesser haltend, mit polirter Aufsenfläche, die noch zweckmäfsiger vergoldet seyn würde[3]. In diese wird ein feines Thermometer, welches nur von — 10 bis höchstens + 50° C. graduirt seyn müfste, mit seiner Kugel eingesenkt und vermittelst eines Korkes so festgesteckt, dafs diese sich in der

Fig. 265.

Fig. 266.

1 London and Edinb. Phil. Mag. N. XLI. p. 409.

2 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXVII. p. 176.

3 Vergoldetes Kupferblech verdiente gewifs in jeder Hinsicht den Vorzug.

Mitte der Phiole frei herabhängend befindet. Beim Gebrauche wird in kleinen gläsernen Mafsen 0,5 Unze Wasser und 40 Grains einer in Bereitschaft gehaltenen Mischung von pulverisirtem Glaubersalz und Salmiak abgemessen, in die Phiole gebracht und dann das Thermometer hineingesenkt, dessen Grade in dem Augenblicke, wenn sich der erste Niederschlag auf der polirten Oberfläche zeigt, den Thaupunct angeben. Durch einiges sanftes Rütteln der Flasche wird die Mischung gleichmäfsiger, das Wasser wählt man von der Temperatur der atmosphärischen Luft, aufser wenn der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre sehr grofs ist, in welchem Falle man wohl thut, dasselbe vorher etwas zu erwärmen, damit der Thaupunct nicht zu schnell eintrete; bei grofser Trockenheit dagegen kann man 1,5 oder auch 2 Mafstheile der Salzmengung nehmen und bei Temperaturen unter 0° C. allenfalls auch Schnee. Der Apparat ist gewifs ebenso einfach als zweckmäfsig; verbessern liefse sich derselbe allenfalls, wenn man den Hals der Phiole mit Kork oder einer sonstigen schlecht wärmeleitenden Substanz umgäbe, um durch die Berührung mit den Fingern beim Schütteln keine Wärme mitzutheilen, auch könnte man zur Seite neben dem Halse noch eine Tülle anbringen, um durch diese mit einem Papiertrichter das Salz in die vorher mit Wasser gefüllte und mit dem Thermometer versehene Phiole zu bringen.

Die Schwierigkeiten beim Gebrauche des Daniell'schen Hygrometers und die allezeit noch bleibende Unsicherheit der Resultate sind wohl ohne Ausnahme von allen Physikern gefunden worden, die sich desselben bedienten. Dasselbe ist kostbar, erfordert einen bedeutenden Aufwand von Aether, den man wegen seiner Flüchtigkeit auf Reisen bei grofser Wärme nur mit Mühe verwahren kann, und zuweilen vermag man, wie Kämtz[1] gefunden hat, bei sehr trockner Witterung gar keine Bethauung der Hygrometerkugel hervorzubringen. Auch Colonel Sykes[2] klagt über den starken Verbrauch von Aether zur Zeit der Dürre in Ostindien, und dennoch konnte er oft den Thaupunct mit dem besten Aether nicht erhalten, der zuweilen bei 27° F. liegt, während die Temperatur den Siede-

---

1 Meteorologie. Th. I. S. 314.
2 Phil. Trans. 1835. p. 164.

punct des Aethers erreicht. Aufserdem mufs man sehr aufmerksam seyn, um den ersten Moment des entstehenden Niederschlages nicht zu übersehn und gleichzeitig mit dessen Wahrnehmung auch das fortwährend sinkende Thermometer abzulesen, und wenn dann die Art des zur Verfertigung des Instrumentes verwandten Aethers von Einflufs auf die Resultate seyn sollte, wie Adie behauptet, so würde dieses seine Brauchbarkeit noch mehr herabsetzen. Aus allen diesen Gründen wird das Hygrometer durch Verdunstung oder das durch August so genannte *Psychrometer* allmälig alle anderen hygrometrischen Mefswerkzeuge verdrängen[1].

81) Der älteste Vorschlag, durch Verdunstung von Wasser und vermittelst der in Folge hiervon herabgehenden Temperatur den Dampfgehalt der Atmosphäre zu messen, ist, so viel ich weifs, von Hutton[2], welcher angab, man solle ein Thermometer mit Wasser von der Temperatur der atmosphärischen Luft benetzen, so werde dasselbe sinken und endlich bis zum Thaupuncte herabgehn. Die Construction der nach diesem Principe verfertigten Apparate, namentlich wie August diese angegeben hat, ist aufserdem so einfach, dafs man nicht wohl auf Verbesserungen bedacht seyn kann, und so ist man auch bisher dabei stehn geblieben, entweder zwei feine Thermometer neben einander bequem aufzuhängen und die Kugel des einen mit Wasser zu benetzen, oder sich nur eines einzigen Thermometers zu bedienen, dessen Grade zuerst im Zustande der Trockenheit, dann nach der Benetzung abgelesen werden. Weit wichtiger ist dagegen eine andere Frage, die beim Gebrauche desselben in Betrachtung kommt. Der Erfinder des Psychrometers selbst und alle Gelehrte nach ihm hegten die Vorstellung, dafs das Psychrometer den eigentlichen *Thaupunct*, wie er durch das Daniell'sche Hygrometer (oder *Thermohygrometer* nach Suerman) gefunden wird, nicht angebe und daher einer Reduction bedürfe. Dieses ist wohl unbestreitbar richtig; denn das letztere Instrument giebt denjenigen Punct an, wo ein wirklicher Niederschlag, eine Bethauung entsteht, das erstere dagegen geht bis zu derjenigen Temperatur herab, bei welcher die äufsere Luft mit Wasserdampf

1 Vergl. Kämtz Meteorologie. Th. I. S. 329.

2 Transactions of the Royal Soc. of Edinburgh. T. V. p. 67.

so gesättigt ist, dafs sie keinen mehr aufzunehmen vermag, vielmehr ein Niederschlag entstehn würde, wenn die Erkältung noch zunähme. Wird dieses zugestanden, so entsteht die Frage, ob es nicht rathsamer sey, diesen Punct der Sättigung der Luft mit Wasserdampf, wie ihn das Psychrometer unmittelbar angiebt, als Norm anzunehmen und sich jeder Reduction zu überheben, um so mehr, da der entstehende Niederschlag eine gewisse Dichtigkeit haben mufs und hierzu vom Anfange seines Entstehns an bis zu seiner vollständigen Bildung eine gewisse Verminderung der Temperatur erfordert wird, die um so gröfser seyn mufs, je geringer die der Temperatur zugehörige Dichtigkeit des in der Atmosphäre vorhandenen Dampfes ist. Suerman[1] allein hat die Frage, um welche es sich eigentlich handelt, bestimmt ausgesprochen, indem er den *Thaupunct* (*punctum rorans*) vom Puncte der gröfsten Dichtigkeit (*punctum psychrometricum*) unterscheidet, es beruht jedoch auf einem Mifsverständnisse, wenn er glaubt, ich selbst[2] hätte beide für identisch gehalten. Dieses ist keineswegs der Fall, allein ich bin noch immer der nämlichen Ansicht, dafs es besser und geeigneter seyn würde, bei hygrometrischen Messungen und Bestimmungen den psychrometrischen Punct oder den Punct der gröfsten Dichtigkeit, wie ihn das benetzte Thermometer unter den gehörigen Bedingungen unmittelbar zeigt, als die gesuchte Normalbezeichnung anzunehmen, nicht aber den minder scharf bestimmbaren Thaupunct. Suerman, welcher die ganze Aufgabe so vollständig bearbeitet und so gründlich durchdacht hat, dafs sein Urtheil nothwendig von Gewicht seyn mufs, gesteht selbst zu, dafs der Thaupunct unter dem Punct der gröfsten Dichtigkeit liege, da aber der Unterschied nur unmerklich sey, so könne ersterer füglich für den letzteren gesetzt werden[3]. Wenn aber das befeuchtete Thermometer wirklich bis auf diejenige Temperatur herabgeht, welche der gröfsten Dichtigkeit des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfes zugehört und wobei dieser also $\frac{1}{8}$ der

---

1 A. o. a. O. S. 65 u. 67.

2 S. Art. *Hygrometer*. Bd. V. S. 657.

3 Revera quidem maximum illud hoc momento jam praeterlapsum est. Quum vero temperaturae differentia quam minima condensationi perficiendae sufficiat, ipsum punctum rorans pro temperatura maximi haberi poterit.

Luft bei gleicher Temperatur und Elasticität ausmachen würde, so haben wir hierdurch unmittelbar diejenige Bestimmung, deren wir für die hierher gehörigen Aufgaben bedürfen, und obendrein ist diese Bestimmung genau und scharf, statt dafs bei einer Ueberschreitung derselben die Gröfse der Ueberschreitung stets unbestimmt bleiben mufs, sofern die Dichtigkeit des entstandenen Niederschlags und die letzterem zugehörige Temperatur nach der Schnelligkeit seines Entstehens, der Feinheit und Blänke des Instruments, der Gesichtsschärfe des Beobachters und der Zeitdauer, welche nach der Wahrnehmung des feuchten Ueberzuges bis zum Ablesen des Thermometers erfordert wird, nothwendig verschieden seyn mufs. Die letztere Folgerung ist wohl unbestreitbar, und es handelt sich daher blofs um die Richtigkeit der Voraussetzung, ob das benetzte Thermometer wirklich bis zum Sättigungspuncte der Atmosphäre herabgehe, wie ich voraussetze. Sollte dieses noch zweifelhaft seyn, so wäre es allerdings der Mühe werth, hierüber durch eine Reihe genauer Versuche bestimmte Auskunft zu erhalten.

82) Inzwischen nimmt man allgemein an, dafs die gefundenen psychrometrischen Angaben auf die des Hygrometers reducirt werden müssen oder dafs aus dem Unterschiede des trocknen und des befeuchteten Thermometers, mit Rücksich auf den jedesmaligen Barometerstand, der Thaupunct, der Punct eines wirklich entstehenden Niederschlages von unbestimmter, aber als verschwindend klein angenommener Dichtigkeit zu suchen sey. Die allgemeinen Principien, worauf diese Reduction beruht, und die Methode, die man dabei anwendet, sind bereits angegeben worden[1]. Unterdefs haben noch ver-

1 S. *Hygrometer*. Bd. V. S. 638. In den Rechnungen S. 640. sind zwei Fehler zu verbessern. in der Formel für e mufs der Factor von $(t - t')$ statt $\gamma\delta$ vielmehr $\frac{\gamma}{\delta\lambda}$ heifsen. Die Formel wird dann

$$e = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t')}{1 + \frac{\varkappa}{\lambda}(t - t')}\, e - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t')}{1 + \frac{\varkappa}{\lambda}(t - t')}\, b.$$

Ferner ist $\varkappa$ nicht $= 2{,}8470$, sondern $= 0{,}8470$. Dieser Fehler findet sich in der ersten Abhandlung von August in G. LXXXI. 80. und in seiner späteren: Ueber die Anwendung des Psychrometers zur Hygrometrie. Berl. 1828. 4. S. 7.

schiedene Gelehrte dieses nämliche Problem bearbeitet und die meisten finden es angemessen, zur gröfseren Bequemlichkeit Tabellen zu berechnen, mit deren Hülfe man die Reduction kurz und ohne schwierige Rechnung leicht bewerkstelligen kann. Die Abweichungen dieser vielen Behandlungen des nämlichen Problems beruhn auf der Verschiedenheit der Darstellung oder auf geringen Unterschieden der dabei zum Grunde gelegten Bestimmungen der Dichtigkeit und Elasticität des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen; man gelangt jedoch stets zu den nämlichen, nur wenig von einander abweichenden Resultaten, und es scheint mir daher unnöthig zu seyn, sie insgesammt ausführlich hier aufzunehmen, weswegen ich mich begnüge, die wesentlichsten, mir bekannt gewordenen namhaft zu machen. Hudson[1] und Meikle[2] haben theoretische Untersuchungen über das Wesen des dabei vorgehenden Processes und die Mittel zur Bestimmung der erforderlichen numerischen Werthe angestellt; ein anderer Ungenannter[3] hat aufserdem Tabellen berechnet und deren Anwendbarkeit durch angestellte Beobachtungen geprüft; da sie jedoch für Fahrenheit'sche Grade eingerichtet sind, so entgeht ihnen schon hierdurch die erforderliche Bequemlichkeit für diejenigen, die sich an den Gebrauch anderer Thermometer gewöhnt haben. Ebendieses ist der Fall bei der durch James Apjohn[4] aufgestellten Formel, welche übrigens nach einer Vergleichung mit einer Reihe früher bekannt gewordener, fremder Beobachtungen sehr genaue Resultate giebt. August selbst legte gleich anfangs den durch J. G. Greiner jun. zu Berlin verfertigten Psychrometern eine kleine Schrift mit einer Reductionstabelle als Anweisung zum Gebrauche des Instrumentes bei[5], später beschrieb er in einer eigenen Abhandlung[6] das Instrument, erläuterte darin die Theorie der dafür erforderlichen Reduction und fügte Tabellen zur Erleichterung derselben hinzu. Es darf in Beziehung auf die Beurtheilung

1 London and Edinb. Phil. Mag. N. XL. p. 256.
2 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXIII. p. 98. XXXVI. p. 319.
3 Ebendaselbst No. XXX. p. 278. und XXXIV. p. 380.
4 London and Edinburgh Phil. Mag. N. XXXIII. p. 182. N. XL. p. 266. N. XLII. p. 470.
5 Ueber das Psychrometer u. s. w. Berl. 1825. 8.
6 Ueber die Anwendung des Psychrometers zur Hygrometrie.

des Sachverhaltens nicht übersehn werden, dafs August so-
wohl, als die Gelehrten, welche nach ihm dieses Prob
behandelt haben, annehmen, die befeuchtete Kugel des Th
mometers werde von einer Luftschicht umgeben, worin
sowohl der bereits vorhandene Wasserdampf der Atmosph
als auch der von der benetzten Kugel neu gebildete befi
Inzwischen kann man sich durch leicht anzustellende Ve
che bald überzeugen, dafs dieses nur dann der Fall ist, w
sich das Psychrometer in völlig ruhiger Luft, z. B. in ein
Zimmer befindet, wo dann die Temperatur des benetzten T
mometers nicht tief genug herabgeht. Wird der Apparat
aber bewegt, herrscht Zugluft oder ist die benetzte K
dem Winde, welcher als schwache Luftströmung wohl
mals und im Freien nirgends fehlt, ausgesetzt, dann wird
stets neu gebildete Dampf augenblicklich fortgeführt un
entsteht neuer, zu dessen Bildung die Thermometerkug
Wärme hergiebt, weswegen das in ihr enthaltene Quecksil
lange sinkt, bis die Luft keinen Wasserdampf mehr aufne
kann, weil sie, bis zur Temperatur des befeuchteten
mometers erkaltet, den Sättigungspunct erreichen würde.
auf stützt sich die oben bereits erwähnte Ansicht, da
befeuchtete Thermometer den Sättigungspunct der Atmo
mit Wasserdampf unmittelbar angebe. Es läfst sich hie
das allerdings gewichtige Argument anführen, dafs die st
herzuströmende Luft dem benetzten Thermometer Wärm
führe und es über die Temperatur des Sättigungspunct
hebe, was auch bei der Entwickelung der Corrections
berücksichtigt wird; allein bei der grofsen latenten Wär
Wasserdampfes läfst sich annehmen, dafs der im Verh
hierzu geringe Antheil, welchen die herbeiströmende Lu
geben kann, zur stets fortdauernden Bildung von neuem
pfe sofort absorbirt werde, ohne die Thermometerkugel
men zu können. Wie aber künftige Versuche über die
schiedenen Ansichten entscheiden mögen, so bedarf m
den jetzt herrschenden Ansichten, beim Gebrauche d
chrometers allezeit einer Reduction, um die erhalten
sultate auf diejenigen zurückzuführen, welche das Dan
Hygrometer gleichzeitig gegeben haben würde. Auch

1 Meteorologie. Th. I. S. 320.

ist für diesen Zweck eine Tabelle mitgetheilt, in welcher au-
ßer den Temperaturen auch die verschiedenen Barometerstände
enthalten sind und wodurch dann die Temperatur des eigent-
lichen Thaupunctes gefunden wird, für welche die derselben
zugehörige Dichtigkeit des atmosphärischen Wasserdampfes aus
einer früheren Tabelle entnommen wird. Eine durch Eck-
hardt berechnete, sehr compendiöse Tabelle, welche Loos
den von ihm verfertigten Psychrometern beizulegen pflegt, ent-
hält für die Grade des trocknen Thermometers und den Un-
terschied beider Thermometer die entsprechende Wassermenge
in Milliontheilen des Raumes.

83) Für unseren Zweck und mit Rücksicht auf die mit-
getheilte theoretische Untersuchung scheint mir die durch August
berechnete Tabelle am geeignetsten zu seyn, die ich da-
her etwas abgekürzt, für den Gebrauch aber genügend mit-
theile. Sie ist für den Barometerstand in par. Linien und für
die der Temperatur nach Reaumur berechnet[1] und die-
sem nach wird die mitgetheilte Formel in folgende verwandelt:

$$e = \frac{1+0{,}0009729\,(t-t')}{1+0{,}001925\,(t-t')}\,e' - \frac{0{,}0009729\,(t-t')}{1+0{,}001925\,(t-t')}\,b$$

oder abgekürzt

$$e = e' - 0{,}0009729\,(t-t')\;b.$$

Die Regel beim Gebrauche der Tafeln, deren erste die Ex-
pansionen des Wasserdampfes für par. Linien und Grade der
achtzigtheiligen Thermometerscale, die zweite aber die Expan-
sions-Unterschiede zwischen der Verdunstungskälte und dem
Thaupuncte enthält, ist dann folgende. Man suche in der Ta-
fel der Expansionen diejenige Expansion, welche der Tempe-
ratur des befeuchteten Thermometers zugehört, subtrahire da-
von die aus der Tafel der Expansionsunterschiede entnomme-
ne dem Temperaturunterschiede zugehörige Gröfse, multipli-
cire ferner den Unterschied des zugleich beobachteten Barome-
terstandes und des von 336 par. Lin. mit der Temperaturdif-
ferenz, dividire dieses Product durch 1000 und addire[2] den
Quotienten zu der gefundenen Differenz, so giebt das gefun-

1 Dieses stimmt gut damit zusammen, dafs auch die vorzüglichen
Psychrometer von Greiner jun. achtzigtheilige Thermometerscalen haben.

2 Ist der beobachtete Barometerstand gröfser als 336 par. Lin.,
so ist die durch Subtraction erhaltene Gröfse negativ und der Quo-
tient mufs also subtrahirt werden.

dene Resultat die Expansion des Wasserdampfes der Atmosphäre im Thaupuncte des Daniell'schen Hygrometers. Hierfür läfst sich dann in der bereits mitgetheilten Tabelle der Dichtigkeiten[1] leicht die zugehörige Dichtigkeit des Wasserdampfes finden. Zwei Beispiele zur Erläuterung des erforderlichen Verfahrens entlehne ich gleichfalls aus der angegebenen Schrift von August.

I. Beisp. Das trockne Thermometer zeigte im Schatten 23°,0 R.; das befeuchtete 15°,4; das auf 0° reducirte Barometer 332,29 Lin.;

die erste Tafel giebt für 15°,4 . . . . 7,72 Lin.
die 2te Tafel giebt für 23°,0 — 15°,4 = 7°,6 u. 15° 2,50 —

Unterschied 5,22 —

Barom. 336‴ — 332‴,29 = 3,71
Thermom. Untersch. 23°,0 — 15°,4 = 7°,6

in runden Zahlen $\frac{4 \times 8}{1000}$ 0,03

Summe . . 5,26

wofür die erste Tafel den Thaupunct = 10°,4 R. giebt und die Tafel der Dichtigkeiten mit gehöriger Interpolation die Dichtigkeit gegen Luft unter 28 Z. Barometerdruck und 0° R. Temperatur = 0,007928.

II. Beisp. Das trockne Thermometer zeigte 11°,7; das feuchte 9°,4; das Barometer 298‴,05;

die erste Tafel giebt für 9°,4 4,87
die zweite Tafel giebt für 11°,7—9°,4 = 2°,3 und 10° 0,76

Unterschied 4,11

Barometercorrection = $\frac{2 \times 38}{1000}$ 0,08

Summe . . 4,19

wozu aus der ersten Tafel 7°,5 gehören und also eine Dichtigkeit von 0,006113 gegen Luft.

1 S. Art. *Dampf*. Bd. II. S. 385.

I. Tafel der Expansionen.

R	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9
—										
10°	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,83
9	1,00	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92
8	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01
7	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11
6	1,32	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21
5	1,44	1,43	1,42	1,40	1,39	1,39	1,37	1,35	1,34	1,33
4	1,58	1,56	1,55	1,54	1,52	1,51	1,50	1,48	1,47	1,46
3	1,73	1,71	1,69	1,68	1,66	1,65	1,64	1,62	1,61	1,60
2	1,88	1,87	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79	1,77	1,76	1,74
1	2,06	2,04	2,02	2,00	1,99	1,97	1,95	1,93	1,92	1,90
+										
0°	2,24	2,22	2,21	2,18	2,17	2,15	1,13	2,11	2,09	2,07
1	2,44	2,46	2,48	2,51	2,53	2,55	2,57	2,59	2,61	2,64
2	2,66	2,68	2,70	2,73	2,75	2,77	2,80	2,82	2,84	2,87
3	2,89	2,92	2,94	2,97	2,99	3,02	3,04	3,07	3,09	3,12
4	3,14	3,17	3,20	3,22	3,25	3,28	3,30	3,33	3,36	3,39
5	3,41	3,44	3,47	3,50	3,53	3,56	3,59	3,62	3,65	3,67
6	3,70	3,73	3,77	3,80	3,83	3,86	3,89	3,92	3,95	3,99
7	4,02	4,05	4,08	4,12	4,15	4,18	4,22	4,25	4,28	4,32
8	4,35	4,39	4,42	4,46	4,50	4,53	4,57	4,60	4,64	4,67
9	4,71	4,75	4,79	4,83	4,87	4,91	4,94	4,98	5,02	5,06
10	5,10	5,14	5,18	5,22	5,26	5,31	5,35	5,39	5,43	5,47
11	5,52	5,56	5,60	5,65	5,69	5,74	5,78	5,82	5,87	5,91
12	5,96	6,01	6,05	6,10	6,15	6,20	6,24	6,29	6,34	6,39
13	6,44	6,49	6,54	6,59	6,64	6,69	6,74	6,79	6,84	6,89
14	6,95	7,00	7,05	7,11	7,16	7,22	7,27	7,33	7,38	7,44
15	7,49	7,55	7,61	7,66	7,72	7,78	7,84	7,90	7,95	8,01
16	8,07	8,14	8,20	8,26	8,32	8,38	8,44	8,51	8,57	8,63
17	8,70	8,76	8,83	8,89	8,96	9,02	9,09	9,16	9,22	9,29
18	9,36	9,43	9,50	9,57	9,64	9,71	9,78	9,85	9,92	9,99
19	10,07	10,14	10,22	10,29	10,36	10,44	10,51	10,59	10,67	10,74
20	10,82	10,90	10,98	11,06	11,14	11,22	11,30	11,38	11,46	11,54
21	11,63	11,71	11,79	11,88	11,96	12,05	12,13	12,22	12,31	12,39
22	12,48	12,57	12,66	12,75	12,84	12,93	13,02	13,11	13,21	13,30
23	13,39	13,49	13,58	13,68	13,77	13,87	13,97	14,06	14,16	14,26
24	14,36	14,46	14,56	14,67	14,77	14,87	14,97	15,08	15,18	15,29
25	15,39	15,50	15,60	15,71	15,82	15,93	16,04	16,15	16,26	16,38

II. Tafel der Expansions-Unterschiede.

R	R′	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9
1	5	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,56	0,59	0,6
	10	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,57	0,60	0,6
	15	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,57	0,60	0,6
	20	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,6
2	5	0,66	0,69	0,72	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,9
	10	0,66	0,69	0,73	0,76	0,79	0,83	0,86	0,89	0,92	0,9
	15	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,9
	20	0,67	0,70	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87	0,91	0,94	0,9
3	5	0,99	1,02	1,05	1,08	1,12	1,15	1,18	1,21	1,25	1,2
	10	0,99	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,2
	15	1,00	1,03	1,06	1,10	1,13	1,16	1,20	1,23	1,26	1,3
	20	1,01	1,04	1,07	1,11	1,14	1,17	1,21	1,24	1,27	1,3
4	5	1,31	1,34	1,38	1,41	1,44	1,47	1,51	1,54	1,57	1,6
	10	1,32	1,35	1,38	1,42	1,45	1,48	1,51	1,55	1,58	1,6
	15	1,33	1,36	1,39	1,43	1,46	1,49	1,52	1,56	1,59	1,6
	20	1,34	1,37	1,40	1,44	1,47	1,51	1,54	1,57	1,60	1,6
5	5	1,64	1,67	1,70	1,73	1,77	1,80	1,83	1,86	1,89	1,9
	10	1,64	1,68	1,71	1,74	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,9
	15	1,65	1,69	1,72	1,75	1,79	1,82	1,85	1,88	1,92	1,9
	20	1,67	1,70	1,74	1,77	1,80	1,84	1,86	1,90	1,94	1,9
6	5	1,96	1,99	2,02	2,06	2,09	2,12	2,15	2,18	2,22	2,2
	10	1,97	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,16	2,20	2,23	2,2
	15	1,98	2,01	2,05	2,08	2,11	2,15	2,18	2,21	2,24	2,2
	20	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,17	2,20	2,23	2,26	2,3
7	5	2,28	2,31	2,35	2,38	2,41	2,44	2,47	2,51	2,54	2,5
	10	2,29	2,32	2,36	2,39	2,42	2,45	2,49	2,52	2,55	2,5
	15	2,31	2,34	2,37	2,41	2,44	2,47	2,50	2,53	2,57	2,6
8	5	2,60	2,63	2,67	2,70	2,73	2,76	2,79	2,83	2,86	2,8
	10	2,61	2,65	2,68	2,71	2,74	2,77	2,81	2,84	2,87	2,9
	15	2,63	2,66	2,70	2,73	2,76	2,79	2,83	2,86	2,8[illegible]	2,9
9	5	2,92	2,96	2,98	3,02	3,05	3,08	3,11	3,14	3,1[illegible]	3,2
	10	2,94	2,97	3,00	3,03	3,06	3,10	3,13	3,16	3,19	3,2
	15	2,96	2,99	3,01	3,05	3,08	3,12	3,15	3,18	3,21	3,[illegible]
		0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°

4) *Kyanometer.* Auch dieser durch H. B. DE SAUSSURE erfundene, bereits beschriebene[1] Apparat könnte als meteorologisches Werkzeug angewandt werden, um die Menge der im Luftkreise vorhandenen Dünste zu bestimmen, allein es fehlt ihm die Leichtigkeit der Behandlung und die Bestimmtheit der Bezeichnung, wodurch sich die gangbaren Apparate auszeichnen, weswegen es in den Kreis derselben nicht aufgenommen worden ist.

5) *Regenmafs.* Zu dem, was über dieses wichtige Hülfsmittel meteorologischer Untersuchungen bereits gesagt worden ist[2], wüfste ich nichts weiter hinzuzusetzen, als dessen allgemeinern Gebrauch nochmals dringend zu empfehlen, da unsere Kenntnifs der Regenverhältnisse noch keineswegs so vollkommen ist, als sie billig seyn sollte. Ein von DE WITT[3] empfohlenes Regenmafs ist so künstlich zusammengesetzt, dafs es hierdurch und durch Kostbarkeit für den Gebrauch wenig geeignet wird, weswegen ich mich einer weitern Beschreibung desselben überhebe.

6) *Thermometer* und 7) *Windmesser* sind noch zwei dem Meteorologen ganz unentbehrliche Apparate, welche demnächst zur näheren ausführlichen Untersuchung kommen.

III. Meteore.

Die Meteore machen zwar den wesentlichsten Theil der Meteorologie aus, wovon sie auch den Namen erhalten hat, es mufs ihrer Untersuchung jedoch eine Betrachtung der *Atmosphäre*, wo sie ihren Sitz haben, nothwendig vorangehn. Dieser ist zwar bereits[4] ein eigener Artikel gewidmet, allein die vielen seitdem hinzugekommenen Erweiterungen unserer Kenntnifs derselben müssen hier nothwendig nachgetragen werden.

84) Ueber die *Höhe* und *Excentricität* der Atmosphäre hat J. C. E. SCHMIDT[5] eine ausführliche und gehaltreiche Un-

---

1 S. Art. *Kyanometer.* Bd. V. S. 1367.

2 S. Art. *Regenmafs.* Bd. VII. S. 1340.

3 Sillimann Amer. Journ. N. XXII. p. 321.

4 S. *Atmosphäre.* Bd. I. S. 439.

5 Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie. Gött. 1830. Th. II. S. 236.

tersuchung angestellt. Hierbei liegt die Betrachtung zum Grunde, dafs jedes Lufttheilchen der Atmosphäre durch drei Kräfte afficirt wird, die Anziehung gegen die Erde, die Schwungkraft und die Anziehung der Lufttheilchen unter sich; weil aber die letztere Kraft als verschwindend zu betrachten ist, so bleiben blofs die beiden ersteren übrig. Es wird dann zugleich vorausgesetzt, dafs die Luft ein die wenig excentrische Erde einschliefsendes, in sich zusammenhängendes Ellipsoid bilde. Die Untersuchung führt übrigens zu dem Resultate, dafs ein durch diese Kräfte erzeugtes vollkommenes Gleichgewicht der Bestandtheile der Atmosphäre nicht statt finde, und man mufs sich daher auf die Aufsuchung eines genäherten beschränken, indem man blofs diejenigen Kräfte berücksichtigt, die in der Richtung der Fall-Linie auf irgend ein Lufttheilchen wirken. Heifst demnach für einen Durchschnitt der ellipsoidischen Erde, worin CD die halbe Axe ist, der Halbmesser des Aequators AC = a, die Normale MP, in deren Richtung ein in M befindliches Lufttheilchen von der Erde angezogen wird, = z, und berücksichtigt man, dafs die Linie MS, welche die Geschwindigkeit des Umschwunges des Lufttheilchens um die Erdaxe bedingt, durch Cos. φ ausgedrückt werden kann, sofern der Winkel SMR = MRA = der Polhöhe ist, bezeichnet man die Schwere unter dem Aequator durch G^o, die Schwungkraft ebendaselbst durch kG^o, so ist die Schwungkraft, womit sich das Luftelement in M der Richtung der Schwere entgegen zu entfernen strebt, (Fig. 267.)

$$= kG^o . \frac{z}{a} . \text{Cos.}^2 \varphi .$$

Wird ferner der Druck, welchen ein Lufttheilchen in M erleidet, durch p und seine Dichtigkeit durch ϱ, die Kraft aber, womit es in der Richtung der Normale von der Erde angezogen wird, durch V ausgedrückt, so ist

$$\frac{dp}{\varrho} = dz \left(kG^o . \frac{z}{a} . \text{Cos.}^2 \varphi - V\right).$$

Um hierin den Werth von V zu finden, ist zu berücksichtigen, dafs, wenn G^o die Schwere unter dem Aequator, G dieselbe unter irgend einem Breitengrade, R den Krümmungshalbmesser und z die Entfernung MP bezeichnet,

$$V = G \left(\frac{R}{R + z}\right)^2$$

wird. Ist dann die halbe grofse und kleine Axe durch a und b bezeichnet, so hat man, die Coordinaten des Punctes P durch x und y ausgedrückt, bei der Ellipse

$$R = \frac{[a^4 - (a^2 - b^2)\,x^2]^{\frac{3}{2}}}{a^4\,b},$$

und wenn $b = a\,(1 - e)$ für eine Abplattung $= e$ gesetzt wird,

$$R = \frac{[a^2 - 2\,e\,x^2]^{\frac{3}{2}}}{a^2\,(1 - e)}.$$

Ferner ist für die Polhöhe φ beim Ellipsoid der Erde

$$\text{Tang.}\,\varphi = \frac{1}{1 - e} \cdot \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x}.$$

Hieraus folgt

$$x = a\,\text{Cos.}\,\varphi\,(1 - e\,\text{Sin.}^2\varphi),$$

diesen Ausdruck in den für R substituirt erhält man

$$R = a\,[1 - e\,(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi)]$$

und diesemnach

$$\left(\frac{R}{R + z}\right)^2 = \left(\frac{1 + e\,(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi)}{1 + e\,(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi + \frac{z}{a}}\right)^2.$$

Ferner gilt für unsere Erde[1] das Gesetz, dafs nach CLAIRAUT's Theoreme die Schwere unter dem Aequator nach den Polen hin wächst um eine Gröfse, welche dem Producte des Zweiundeinhalbfachen der Schwungkraft weniger der Abplattung in das Quadrat des Sinus der Breite proportional ist. Hiernach wird

$$G = G^0\,[1 + (\tfrac{5}{2}k - e)\ \text{Sin.}^2\varphi]$$

und also auch

$$V = G\left(\frac{R}{R + z}\right)^2$$

$$= G^0.\left[\left(\frac{a}{a + z}\right)^2 + 2\,e\,\frac{z}{a}\left(\frac{a}{a + z}\right)^3 (1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi) + \left(\frac{a}{a + z}\right)^2 (\tfrac{5}{2}k - e)\,\text{Sin.}^2\varphi.\right].$$

Weil hierin $\frac{z}{a}$ ein kleiner Bruch ist und noch aufserdem mit der Abplattung e multiplicirt wird, so kann man den

---

1 S. Art. *Erde.* Bd. III. S. 923.

Factor $\left(\frac{a}{a+z}\right)^3$ der Einheit gleich setzen und $\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 = 1 - \frac{2z}{a}$. Ferner ist die Abplattung bei der Erde dem Verhältniſs der Schwungkraft zur Schwere so nahe gleich, daſs man ohne merklichen Fehler beide einander gleich setzen kann. Diesemnach wird der erhaltene Ausdruck einfacher und man erhält

$$V = G^0 \left[\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 + \tfrac{3}{2} k \operatorname{Sin.}^2 \varphi - k \frac{z}{a} (4 - 3 \operatorname{Sin.}^2 \varphi) \right].$$

Diesen Werth von V in die obere Gleichung für das Verhältniſs des Druckes zur Dichtigkeit substituirt erhält man

$$\frac{dp}{G^0 \varrho} = -\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 dz - \tfrac{3}{2} k \operatorname{Sin.}^2 \varphi . dz + \frac{kz}{a} (5 - 4 \operatorname{Sin.}^2 \varphi) . dz,$$

wobei bloſs z als veränderlich zu betrachten ist. Bekanntlich kann auch der Druck $= p$ als eine Function der Dichtigkeit und der Temperatur betrachtet werden. Setzt man diesemnach

$$p = \mu \varrho,$$

bezeichnet ferner α den Factor der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, welche durch die Grade t irgend einer Thermometerscale ausgedrückt wird, und nimmt man an, daſs für irgend eine Temperatur, z. B. für 0° C. $\mu = M$ sey, so ist für eine Temperatur $= t$ der Werth von p

$$p = M \varrho (1 + \alpha t).$$

Wird aus beiden Gleichungen ϱ eliminirt, so erhält man

$$\frac{M dp}{G^0 p} = -\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 . \frac{dz}{1+\alpha t} - \tfrac{3}{2} k \operatorname{Sin.}^2 \varphi \frac{dz}{1+\alpha t} + \frac{kz}{a} (5 - 4 \operatorname{Sin.}^2 \varphi) . \frac{dz}{1+\alpha t}.$$

Für die Anwendung sind noch einige keineswegs vollständig begründete, mindestens aber von der Wahrheit nicht sehr entfernte Voraussetzungen erforderlich. Dahin gehört die einer nach oben gleichmäſsigen Abnahme der Temperatur. Heiſst dann die Höhe, bis zu welcher man sich erheben muſs, damit das Thermometer um einen Grad C. falle, $= h$ und die Temperatur an der Erdoberfläche $= t'$, so wird

$$t = t' - \frac{z}{h}$$

und da die Höhe der Atmosphäre auf jeden Fall gegen den Halbmesser der Erde klein ist, so kann immerhin

$$\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 = 1 - \frac{z^2}{a} + \frac{3z^2}{a^2}$$

gesetzt werden. Hiernach wird die obere Gleichung

$$\frac{M\,dp}{G^\circ p} = -(1+\tfrac{1}{2}k\,\mathrm{Sin.}^2\varphi)\frac{dz}{1+\alpha t}$$
$$+\frac{z+5k-4k\,\mathrm{Sin.}^2\varphi}{a}\cdot\frac{z\,dz}{1+\alpha t}$$
$$-\frac{3}{a^2}\cdot\frac{z^2\,dz}{1+\alpha t}.$$

Unter der gemachten Voraussetzung des Zusammenhanges zwischen den Gröſsen h und t findet SCHMIDT die Integrale für diesen Ausdruck

$$\int\frac{z^2\,dz}{1+\alpha t} = -\frac{hz^2}{2\alpha} + \frac{h(1+\alpha t')}{\alpha}\int\frac{z\,dz}{1+\alpha t}$$
$$\int\frac{z\,dz}{1+\alpha t} = -\frac{hz}{\alpha} + \frac{h(1+\alpha t')}{\alpha}\int\frac{dz}{1+\alpha t}$$
$$\int\frac{dz}{1+\alpha t} = -\frac{h}{\alpha}\,\mathrm{Log.}\,(1+\alpha t),$$

mithin giebt die Gleichung integrirt, wenn man zur Bestimmung der Constante den Druck an der Oberfläche der Erde durch p' bezeichnet, wobei dann $z=0$ wird,

$$\frac{\alpha M}{hG^\circ}\,\mathrm{Log.}\,\frac{p}{p'} = \mathrm{Log.}\,\frac{(1+\alpha t'-\frac{\alpha z}{h})}{1+\alpha t}\left(\begin{array}{l}1+\frac{3}{2}k\,\mathrm{Sin.}^2\varphi \\ -\frac{2+5k-4k\,\mathrm{Sin.}^2\varphi}{a}\cdot\frac{h}{\alpha}(1+\alpha t) \\ +\frac{3h^2}{\alpha^2}\cdot\frac{(1+\alpha t')}{a^2}\end{array}\right)$$
$$-z\left(\frac{2+5k-4k\,\mathrm{Sin.}^2\varphi}{a} - \frac{1+\alpha t'}{a^2}\cdot\frac{h}{\alpha}\right)$$
$$+\frac{3z^2}{2a^2}.$$

An der Grenze der Atmosphäre verschwindet der Druck, p wird $=0$ und Log. $\frac{p}{p'} = -\infty$. Um den hinter dem Gleichheitszeichen stehenden Theil gleichfalls $= -\infty$ zu machen, muſs

$$\text{Log.} \left(\frac{1 + \alpha t' - \frac{\alpha z}{h}}{1 + \alpha t} \right) = -\infty$$

seyn, welches der Fall ist, wenn $1 + \alpha t' - \frac{\alpha z}{h} - 0$ wird, und der hieraus hervorgehende Werth von z zeigt die Höhe der Atmosphäre an. Heifst dieser z', so ist

$$z' = \frac{h}{\alpha} (1 + \alpha t'),$$

und wenn er an derjenigen Stelle der Erde, wo die mittlere Temperatur $= 0$, also $t' = 0$ ist, durch z° bezeichnet wird, so ist

$$z^\circ = \frac{h^\circ}{\alpha},$$

also aus beiden Gleichungen α eliminirt giebt

$$z' = z^\circ \frac{h}{h^\circ} \left(1 + \frac{h^\circ}{z^\circ} t'\right)$$

$$= h \left(\frac{z^\circ}{h^\circ} + t' \right).$$

Um hieraus die Höhe der Atmosphäre zu finden, nimmt Schmidt an, dafs unter 80° Breite die mittlere Temperatur $= 0$ sey und 500 Fufs Erhebung einer Verminderung von 1° C. zugehöre, oder dafs $h^\circ = 500$, unter dem Aequator dagegen $h = 600$ sey. Heifst dann allgemein

$$h = r - q \text{ Sin.}^2 \varphi,$$

so wird $r = 600$ und $q = 103{,}1$, also

$$h = 600 - 103{,}1 \text{ Sin.}^2 \varphi.$$

Ist ferner die mittlere Temperatur unter dem Aequator $= 25°$ C. und allgemein

$$t' = t - s . \text{ Sin.}^2 \varphi,$$

so ist $t = 25$, $s = 25{,}8$, folglich

$$t' = 25 - 25{,}8 \text{ Sin.}^2 \varphi.$$

Mit diesen Werthen wird

$$z' = h \left(\frac{z^\circ}{h^\circ} + t' \right)$$

und da

$$\frac{z^\circ}{h^\circ} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0{,}00375} = 266\tfrac{2}{3}$$

ist, so erhält man

$$z' = (600 - 103{,}1 \text{ Sin.}^2 \varphi)(291\tfrac{2}{3} - 25{,}8 \text{ Sin.}^2 \varphi)$$
$$= 175000 - 45551 \text{ Sin.}^2 \varphi + 2660 \text{ Sin.}^2 \varphi,$$

wonach die Atmosphäre unter dem Aequator = 175000 F. und unter dem Pole = 132109 F. Höhe haben würde.

85) Die hier mitgetheilte Darstellung verdient vorzüglich wegen der Eleganz des Calcüls Aufmerksamkeit; sonst aber kann man unter den angegebenen Voraussetzungen weit leichter zu demselben Resultate gelangen. Wenn nämlich der absolute Nullpunct bei $- 266\tfrac{2}{3}$ Centesimalgraden liegt, über diesen Punct hinaus aber keine Luft mehr bestehn kann, wenn ferner die Temperatur unter dem Aequator = 25° C. ist und 600 Fuſs Höhe für 1° Wärmeabnahme gehören, so folgt nothwendig die Höhe der Atmosphäre unter dem Aequator

$$z = (266\tfrac{2}{3} + 25) \times 600 = 175000 \text{ F.}$$

Ist dagegen die Temperatur unter dem Pole = $- t'$ in Centesimalgraden und gehören dort 500 Fuſs Erhebung für 1° C. Wärme-Abnahme, so ist dort die Höhe

$$z' = (266\tfrac{2}{3} - t) \times 500 \text{ Fuſs};$$

allein die schwierige Frage ist eben, ob alle diese Bedingungen sich wirklich in der Natur finden, was auf jeden Fall nicht wahrscheinlich ist[1]. Die auf diese Weise gefundene Höhe ist übrigens ausnehmend klein und beträgt nur 7,66 geographische Meilen, die letztere = 22842 par. Fuſs angenommen, die Dichtigkeit der Luft an der Grenze würde ungefähr 0,001 derjenigen im Niveau des Meeres nach dem Mariotte'schen Gesetze betragen, die mittlere Temperatur = 0° C. angenommen; ihre Dichtigkeit wird jedoch bei der vorausgesetzten Wärme-Abnahme bedeutend geringer, da die niedrigern Schichten eine gröſsere Dichtigkeit hierdurch erhalten, mithin die an der äuſsern Grenze dünner werden muſs, um bis zu der angenommenen Höhe hinaufzureichen.

86) Die Excentricität der Atmosphäre läſst sich aus der mitgetheilten Formel gleichfalls finden, leichter kommt man jedoch zum Ziele, wenn man die halbe groſse Axe des Ellipsoids aus der Summe des Erdhalbmessers unter dem Ae-

1 Eine ähnliche Methode zur Bestimmung der Höhe der Atmosphäre von Kazız in Wiener Zeitschrift Th. VIII. S. 420. erwähne ich nur beiläufig, da ihre ausführliche Beurtheilung zu weit führen würde.

quator + der Höhe der Atmosphäre daselbst, die halbe kleine aber aus der halben Erdaxe + der Höhe der Atmosphäre unter dem Pole findet. Hieraus erhält man eine Abplattung $= \frac{1}{177}$, eine Bestimmung, die gleichfalls auf der Richtigkeit der angenommenen Voraussetzung beruht.

87) Eine bekannte Aufgabe ist, diejenige Höhe der Atmosphäre zu suchen, wo sie noch Dichtigkeit genug besitzt, das Licht zu reflectiren. Aufser den Berechnungen, die hierüber bereits mitgetheilt worden sind[1], verdient noch bemerkt zu werden, dafs Brandes[2] diese Methode, wegen der vielseitig bedingten Reflexion des Lichts bei der Dämmerung, für sehr unzuverlässig hält und nur eine Höhe von 3,5 geograph. Meilen annimmt, in welcher die Luft zur Reflexion des Lichts noch Dichtigkeit genug besitzt. Dieses stimmt sehr genau mit demjenigen Resultate überein, welches Thom. Young[3] auf einem andern Wege gefunden hat. Aus der Strahlenbrechung ergiebt sich nämlich, dafs die Dichtigkeit der Luft, die erforderlich ist, um den Lichtstrahl von seiner geraden Bahn abzulenken, nicht höher als bis 95550 engl. Fufs über der Erdoberfläche, also bis 3,118 geogr. Meilen reicht. Nach E. Schmidt[4] dagegen folgt aus der Dämmerung eine Höhe der Atmosphäre, die der oben gefundenen, nämlich 7,66 ziemlich nahe kommt. Als Endresultat aller dieser Untersuchungen geht hervor, dafs die Frage über die Höhe, bis zu welcher unsere Atmosphäre reicht, noch keineswegs genügend beantwortet worden ist.

88) Die wesentlichen *Bestandtheile* der atmosphärischen Luft sind Sauerstoffgas und Stickgas, und man ist noch fortwährend der Meinung, dafs das quantitative Verhältnifs beider, nämlich 0,21 des ersteren und 0,79 des letzteren, dem Volumen nach, ein constantes sey. Merkwürdig in dieser Beziehung ist aber, dafs die durch Parry mitgebrachte, im Winterhafen und zu Igloolik aufgefangene Luft nach der Analyse von Faraday nur 0,205885 Sauerstoffgas gab, statt dafs er

1 S. *Atmosphäre.* Bd. I. S. 448.
2 S. Art. *Dämmerung.* Bd. II. S. 277.
3 Philos. Trans. 1824. P. I. p. 160.
4 A. a. O. S. 317.

von der im Royal Institution genommenen und auf gleiche Weise analysirten stets 0,219625 erhielt, so dafs diese also 1,374 Procent mehr Sauerstoffgas enthielt[1]. Man könnte hiernach auf die Vermuthung geleitet werden, dafs der in jenen Gegenden namentlich durch die Respiration der See- und Landthiere statt findende Verlust wegen Mangels an Vegetation nur erst in längerer Zeit durch das Herbeiströmen von Luftmassen aus der Ferne wieder ersetzt werde.

89) Dafs der Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure veränderlich sey, wufste man schon seit langer Zeit, auch hatte Th. de Saussure[2] durch frühere Versuche bereits gefunden, dafs die Menge der vorhandenen Kohlensäure bei Nacht gröfser sey, als am Tage; ebenderselbe hat aber durch Messungen, die von 1816 bis 1829 unter den verschiedensten Umständen vorgenommen wurden, den Zusammenhang dieser Veränderlichkeit mit den bewirkenden Ursachen auszumitteln gesucht und nach einer vorläufigen Anzeige der auffallendsten Resultate[3] das Ergebnifs des Ganzen vollständig mitgetheilt[4]. Das ausführlich beschriebene Verfahren, um die Menge der in der Luft enthaltenen Kohlensäure mit gröfster Schärfe zu ermitteln, ist sehr zusammengesetzt, weswegen hier nur erwähnt werden möge, dafs Barytwasser dabei als Prüfungsmittel angewandt und die Quantität des Gases aus dem Gewichte des gebildeten Carbonats gefunden wurde. Der Ort für die Hauptversuche war eine Wiese bei Chambaisy, etwa ½ Stunde von Genf, doch sind andere mit Luft über dem See, über der Stadt u. s. w. angestellt worden, auch dienen vorzugsweise die aus den Jahren 1827, 1828 und 1829 als Grundlage der mitgetheilten Bestimmungen. Als äufserste Grenzen der Menge der vorhandenen Kohlensäure können 0,0574 und 0,0315 betrachtet werden, als Mittel 0,0415, jedoch reichen drei Jahre lang fortgesetzte Beobachtungen ebensowenig hin, diese mittlere Gröfse genau zu bestimmen, als dieses bei den

1 Appendix to Capt. Parry's Second Voyage cet. Lond. 1825. 4. p. 240.

2 Biblioth. univ. T. I. G. LIV. 217.

3 Ann. Chim. Phys. T. XXXVIII. p. 411. Bibl. univ. T. XXXIX. Wiener Zeitschrift Th. V. S. 356. Poggendorff Ann. XIV. 390.

4 Wiener Zeitschrift Th. VIII. S. 341. Aus Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. 1830. T. V. Vergl. Ann. Ch. Ph. T. XLIV. p. 5. Poggendorff Ann. XIX. 391.

Regenmengen und andern meteorologischen Processen der Fall ist. Der Regen vermindert den Kohlensäuregehalt, weil sich dieses Gas mit dem Wasser oder der befeuchteten Erde verbindet, doch kann ein plötzlicher Regen eine Vermehrung herbeiführen, vermuthlich weil das im Boden enthaltene Gas dadurch ausgetrieben wird, das Gefrieren dagegen vermehrt den Gehalt an Kohlensäure, so wie anhaltende Trocknifs, weil beide die Absorption durch das Wasser hindern, welcher Ursache es auch zuzuschreiben ist, dafs die über dem See aufgefangene Luft eine geringere Quantität dieses Gases zeigte. In der Stadt war der Gehalt an Kohlensäure am Tage gröfser, als auf dem Lande, nahm aber dort in der Nacht weniger zu, als hier, und zeigte übrigens an beiden Orten den nämlichen Wechsel. Um den Einflufs der Berge auszumitteln, wurden vergleichbare Versuche im Kalkgebirge des Jura und Saléve ungefähr 3 Stunden von Chambaisy angestellt, woraus hervorging, dafs der Kohlensäure-Gehalt auf Bergen gröfser ist, als in der Ebene, dafs er in der Nacht nur wenig wächst und übrigens an den durch Jahreszeit und Feuchtigkeitszustand bedingten Veränderungen Theil zu nehmen scheint, obgleich der letztere sich nicht stets mit Sicherheit ermitteln läfst. Die Ursache der gröfsern Menge mufs in der geringern Zersetzung durch mangelnde Vegetation oder darin zu suchen seyn, dafs das Regenwasser schneller abläuft. Ein starker Wind bewirkt Vermehrung, weil dann die reicheren oberen Schichten mit den unteren vermengt werden; indefs wirkt hierbei die Gegend, woher die bewegte Luft kommt, sehr bedingend ein, so dafs vielmehr eine Verminderung erfolgt, wenn sie aus feuchten Gegenden herbeiströmt. Am entschiedensten ist das Resultat, dafs bei Nacht in der Ebene auf freiem Felde die Menge der vorhandenen Kohlensäure zunimmt, was wohl ohne Zweifel eine Folge der geringeren Zersetzung ist und daher im Winter weniger stark hervortritt. Das Maximum des Kohlensäure-Gehalts zeigt sich daher gegen Ende der Nacht, das Minimum in der Mitte des Tags, und der Unterschied beträgt etwa $\frac{1}{33}$ der Gasmenge bei Tage. Regen und Verdunkelung des Himmels vermindern diesen Unterschied etwas, Thau und starker Temperaturwechsel befördern ihn dagegen, Wind macht ihn ganz ver-

schwinden. Weil übrigens dieser tägliche Wechsel auch im Winter statt findet, so muſs dabei ein von der Vegetation unabhängiger Grund einwirken, welchen DE SAUSSURE in einer durch die Luftelektricität bewirkten Zersetzung der Kohlensäure sucht. Es bleibt jedoch fraglich, ob die Elektricität bei ihrem geringen Grade der Spannung eine Zersetzung bewirken könne und ob die Ursache nicht vielmehr in dem Herabsinken der höhern Luftschichten zu suchen sey, welches während der Nacht bei Windstille, und wenn die entgegengesetzte, aufwärts gerichtete Bewegung der über dem Boden erwärmten Luft aufhört, wohl unfehlbar statt findet. Auf jeden Fall dürfen die durch TH. DE SAUSSURE mitgetheilten Bestimmungen für richtig gelten, denn BRUNNER[1] suchte durch ein abgeändertes Verfahren den Kohlensäure-Gehalt zu bestimmen, erhielt aber gleiche Resultate als jener.

90) Das Resultat der Untersuchungen VOGEL's, wonach über der Ostsee und über dem Canale der Gehalt an Kohlensäure bis zum Verschwinden gering seyn soll, ist bereits erwähnt worden. Aus dieser Ursache und aus dem Vorhandenseyn schwacher Spuren von salzsauren Salzen leitet FODÉRÉ[2] die Heilsamkeit der Luft an den Küsten des mittelländischen Meeres bei Lungenübeln ab. ROUBAUDI[3] prüfte die Sache genauer, indem er Glaskugeln mit einer Kältemischung, aus Eis und Schwefelsäure bestehend, theils am Ufer, theils über der See aufhing, den auf der Oberfläche gebildeten Niederschlag aufsammelte und mit Reagentien prüfte. Hieraus ergab sich, daſs bei ruhiger See sich keine Salztheile oder sonstige verunreinigende Substanzen in dem niedergeschlagenen Dunste zeigten, welcher sich vielmehr ganz wie reines Wasser verhielt; bei wogender See aber, insbesondere im Bereiche des von ihr her wehenden Windes, kamen in dem Niederschlage deutliche Spuren von Salzen zum Vorschein, die also mechanisch fortgerissen seyn muſsten. Die Wirkung erstreckte sich nicht weiter als bis auf etwa 100 Schritt vom Ufer. Auch LENZ[4] überzeugte sich, daſs die Luft über dem Meere geringe

---

1 Poggendorff Ann. XXIV. 569.

2 Voyage aux Alpes marit. T. II. p. 256.

3 Journal de Pharmacie 1833. Nov. Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XVIII. p. 465.

4 Mém. de Petersb. VIme Sér. T. I. p. 327.

Spuren von Kochsalz enthalte, die dem feinen, mechanisch fortgerissenen Wasserstaube adhäriren.

91) Ueber die *Miasmen*, überhaupt über die Ursachen, welche die Luft verderben, und die Veränderungen, die sie dadurch erleidet, sind eine Menge schätzbare Untersuchungen angestellt worden. Die ernstlich durch einen berühmten Physiologen, Dr. Prout[1], aufgestellte Behauptung, dafs das Gewicht der Luft während der Cholera vermehrt sey, kann von den Physikern nicht wohl anders, als mit einigem Unglauben aufgenommen werden, da sich bei gleichzeitig unverändertem Barometerstande nicht füglich eine Veränderung denken läfst, welche dieses Resultat zur Folge gehabt hätte. Nach den gehaltreichen Versuchen von Marcet[2] dagegen verderben die Schwämme während ihrer Vegetation die Luft, indem sie sowohl bei Tage als auch bei Nacht während weniger Stunden eine grofse Menge Sauerstoffgas in Kohlensäure verwandeln, so dafs binnen 12 Stunden fast die ganze, in der Campane enthaltene Quantität absorbirt war. Aufserdem hauchen sie während ihrer Vegetation noch ein Quantum kohlensaures Gas aus, wodurch das Volumen der Luft vergröfsert wird, und dieses ist nach begonnener Zersetzung derselben nicht der Fall. Vogel[3] entdeckte vermittelst salpetersaurer Silbersolution in der Luft seines Hörsaals organische Materie, und da diese sich nicht zeigt, wenn man wiederholt und lange anhaltend die Luft aus den Lungen in eine sehr verdünnte Solution bläst, so schliefst er hieraus, dafs jene Materie durch die Hautausdünstung erzeugt werde. Die Verunreinigung der Luft durch technische Processe haben auch d'Arcet[4] und andere beobachtet, dafs unter andern Lackmuspapier in London selbst in Zimmern geröthet wird; der Regen röthet dasselbe dort gleichfalls, und es zeigen sich im Regenwasser Spuren von schwefeliger und Schwefelsäure, die durch das Verbrennen der Steinkohlen in so grofser Menge und durch sonstige leicht zu errathende Ursachen erzeugt sich in der Atmosphäre schwe-

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXX. p. 395.

2 Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. 1834. Ann. Ch. Ph. LVIII. p. 407. Edinb. New Phil. Journ. N. XXXVIII. p. 232.

3 Journ. de Pharmac. 1835. Juin. p. 319.

4 Journal de Chimie médicale. 1834. Mai. p. 292.

bend befinden. Vielleicht ist es Folge der jetzigen feineren Prüfungsmittel oder der vermehrten Gewerbe, daſs gegenwärtig solche Verunreinigungen der Atmosphäre so häufig aufgefunden werden, denn auch A. Chevallier[1] giebt als vorläufiges Resultat seiner Untersuchungen an, daſs in der atmosphärischen Luft über Paris und auch an andern Orten Ammoniak enthalten sey, sogar auch sonstige Stoffe, was wohl um so weniger zu bezweifeln ist, da Arthur Dunn[2] sogar die Anwesenheit von Blei nachgewiesen hat. Aus gewissen Anzeigen bei den Arbeitern seiner Bleiweiſsfabrik wurde er zuerst auf diese Vermuthung geleitet, er erhitzte daher ein Abdampfungsgefäſs mit 28 ℔. nassem kohlensaurem Blei im Sandbade bis zur Temperatur der Trockenstuben, welche nie über 65° C. steigt, befestigte 8 bis 12 Fuſs darüber einen Blasebalg und trieb mittelst desselben die Luft durch eine Phiole mit 12 Unzen reinem Wasser, gesäuert durch 2 Drachmen Salpetersäure. Nachdem dieses 6 Stunden fortgesetzt worden war, ergab die Untersuchung die Anwesenheit einer meſsbaren Quantität Bleiweiſs, ja es zeigte sich auch eine Spur dieser Substanz in dem Wasser einer offenen Schale, die in der Nähe jener Phiole ruhig gestanden hatte.

92) Ausführliche Untersuchungen über die Verunreinigungen der Atmosphäre, vorzüglich auch die Miasmen, hat Boussingault[3] angestellt. Nach ihm werden die letzteren da erzeugt, wo vegetabilische[4] Stoffe durch Wärme und Feuchtigkeit eine Zersetzung erleiden, in sumpfigen Gegenden, bei groſsen Waldungen, bei stagnirendem Wasser, besonders wenn dieses aus süſsem und salzigem gemischt ist. Den Beobachtungen nach soll das Miasma ein schwereres Gas seyn, als Luft, und sich hauptsächlich in Niederungen, mit Thau vermischt, absetzen, vorzüglich bei Untergang der Sonne. So fand es Moscati, und auſser ihm erhielt auch Rigaud de l'Isle in den Morästen von Languedoc ein flockiges Concre-

---

1 L'Institut. 1834. N. 75.

2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. Nr. XXXVII. p. 77.

3 L'Institut. 1834. N. 67. Ann. Chim. Phys. T. LVII. p. 151.

4 Thierische Stoffe werden nicht speciell mit genannt, allein es unterliegt wohl keinem Zweifel, daſs diese ebensoviel und wohl noch mehr zur Erzeugung der Miasmen beitragen, als die vegetabilischen.

ment aus dem Thauwasser, welches stickstoffhaltig schien und mit salpetersaurem Silber einen purpurfarbnen Niederschlag bildete. Boussingault stellte im Jahre 1829 zu Carthago und zu la Vega de Zupia in Amerika an einem sumpfigen Orte bei Sonnenuntergang zwei Uhrgläser auf ein Bret, das eine mit heifsem Wasser, das andere mit kaltem. Blofs auf dem letzteren schlug sich der Thau schnell nieder, in jedes wurde ein Tropfen Schwefelsäure gegossen und zur Trocknifs abgedampft, wobei das heifse Glas ganz rein blieb, das kalte einen kohlenstoffhaltigen Ueberzug zeigte. Im folgenden Jahre trieb er eine grofse Menge solcher über Sümpfen aufgefangener, getrockneter Luft durch glühende gläserne Röhren und erhielt in dem vorgelegten salzsauren Kalke aus 305 bis 310 Gramm zuweilen 0,05 Gramm Wasser, wovon er meint, dafs es durch Zersetzung der enthaltenen organischen Substanzen gebildet sey; das Wasser erschien jedoch nicht, wenn das Gas durch Schwefelsäure getrieben war. Er selbst hält diese Versuche nicht für zahlreich genug, um ein bestimmtes Resultat herbeizuführen, jedoch scheinen sie ihm die Anwesenheit von fein vertheilten Miasmen in der untersuchten Luft zu beweisen. Auch Wasserstoffgas, und zwar kohlenstoffhaltiges, zeigte sich bei Gelegenheit jener Untersuchungen in der Luft anwesend. Schon Th. de Saussure hat dieses aus seinen Analysen gefolgert, weil er nach dem Verpuffen von reinem Wasserstoffgas mit Luft, die von ihrer Kohlensäure gänzlich gereinigt war, stets etwas Kohlensäure wieder erhielt. Boussingault wählte ein dem oben angegebenen ähnliches Verfahren, um durch das vorhandene Wasserstoffgas Wasser zu bilden, und fand auf diese Weise im Mittel aus 11 Versuchen 0,000076 dem Volumen nach Wasserstoffgas in der Luft, welches er jedoch nicht für rein, sondern mit Kohlenstoff gemischt hält. Fortgesetzte Versuche zu Paris ergaben gleichfalls die Anwesenheit einer geringen und wechselnden Menge von Wasserstoffgas in der atmosphärischen Luft. Nicht unwichtig ist noch die Bemerkung von Boussingault[1], dafs nach seinen Beobachtungen stets Seuchen entstehn, wenn Colonisten in Amerika Urwälder umhauen, und die Bäume dann verfaulen.

1 Ann. Chim. Phys. T. LVII. p. 151.

Einige interessante Betrachtungen[1] über die *Malaria* zwischen Rom und Neapel führen zu dem Resultate, dafs die dortigen Miasmen in früheren Zeiten weniger schädlich waren, weil man damals wollene Kleider trug, denn BROCCHI, welcher fand, dafs das mit dem Miasma impregnirte Wasser leicht faulige Substanzen zeigt, ist der Meinung, dafs die Ansteckung nicht durch die Lungen, sondern durch die Haut statt finde, weswegen auch die Schafheerden nicht davon leiden. Dieses ist jedoch wohl mehr oder allein die Folge der bei ihnen fehlenden Receptivität für solche Krankheiten. MAC CULLOCH[2] hat viele Untersuchungen über die Miasmen in Italien und über die Krankheiten angestellt, die sie erzeugen. Auf jeden Fall mufs man die Malaria, die in einer schleichenden Abmagerung, verbunden mit einem Schwinden der Stimme, besteht und leicht tödtlich wird, von den gewöhnlichen intermittirenden Marschfiebern unterscheiden, die bei guter Behandlung geheilt werden. Die Malaria soll sich nur an einzelnen Orten, und zwar jederzeit an vulcanischen, zeigen. Leider ist eine genaue Untersuchung des Gegenstandes mit zu grofser Gefahr verbunden, als dafs wir hoffen dürften, über den eigentlichen Charakter und die Ursachen dieser nachtheiligen Einwirkungen auf die Gesundheit genaue Auskunft zu erhalten[3].

93) Die verschiedenen Mittel zur *Desinficirung* der Luft, zur Reinigung derselben von den nachtheiligen Bestandtheilen, namentlich der Miasmen, sind durch einige zweckmäfsige Vorschläge vermehrt worden. Minder bedeutend ist wohl die durch HENRY[4] vorgeschlagene Zerstörung der nachtheiligen Stoffe durch heifse Luft, FARADAY[5] dagegen empfiehlt zur Reinigung von ausgeleerten Räumen, Krankenhäusern, Gefängnissen u. s. w. flache Schüsseln anzuwenden, in diese eine Mengung von gleichen Theilen Kochsalz und Braunstein zu schütten und eine erkaltete

---

1 Edinburgh New Phil. Trans. N. XXVII. p. 114.

2 Ebend. N. XXXIII. p. 161.

3 Ueber die dort herrschenden Krankheiten handelt sehr ausführlich: J. B. MONTFALCON Histoire médicale des Marais et des Maladies causées par les émanations des eaux stagnantes. Par. 1825. 8. 2me éd. Par. 1829.

4 Journ. de Pharmac. 1832. N. V. p. 229.

5 Quarterly Journ. of Science, Lit. and Arts. 1824.

Mischung aus einem Theile Schwefelsäure und einem Theile Wasser zu gieſsen, dieses dann ohne Anwendung von Wärme 5 bis 6 Tage stehn zu lassen, damit das Gas überall eindringt. Am wichtigsten ist wohl die Anwendung des salzsauren Kalkes (*Chlorcalcium*), die schon früher durch v. Stahl in Augsburg angegeben wurde [1], neuerdings aber durch Labarraque und Masuyer allgemein bekannt geworden ist [2]. Wird diese Substanz befeuchtet, so entwickelt sich das Chlor allmälig in dem Maſse, als der Kalk die Kohlensäure aufnimmt, und diese langsame Entbindung ist dann für die Respiration nicht gefährlich, wie die schnelle Entwickelung aus Kochsalz und Braunsteinpulver durch Schwefelsäure leicht werden kann.

94) Bei der Untersuchung der Bestandtheile der Atmosphäre kommt auch das *Dalton'sche Gesetz* in Betrachtung, dessen Einfluſs auf das barometrische Höhenmessen vorzüglich wichtig ist. Unter andern fand auch La Place [3] dasselbe mit den Erscheinungen nicht übereinstimmend. Unterdeſs hat Benzenberg [4] dasselbe in einer eigenen, auch das Geschichtliche enthaltenden Schrift vertheidigt, Gauss [5] zeigte jedoch bei der Beurtheilung derselben, daſs durch Anwendung dieser Theorie der Fehler beim barometrischen Höhenmessen gerade umgekehrt vielmehr vergröſsert als beseitigt werde.

95) Die *blaue Farbe* der Atmosphäre ist von mir für subjectiv erklärt worden, weil im weiſsen Tagslichte das Gelb vorherrschend ist, welchem subjectiv das Blau entgegensteht. Hiermit stimmen die Erscheinungen vollkommen überein, denn dem tiefen Gelb steht das helle Blau subjectiv entgegen, dem hellen das dunkle, welches letztere um so mehr in Schwarz übergeht, je mehr ersteres sich dem Weiſs nähert, weswegen also der trübere Himmel beim stärkeren Durchdringen der gelben und rothen Strahlen hellblau, ein klarer dunkelblau erscheint und auf groſsen Höhen, insbesondere auf weiſsen Schneebergen, in Schwarz übergeht. Gegen die gewöhnliche

---

1 Wetzler über den Nutzen und Gebrauch des nach der Vorschrift des H. Apothekers v. Stahl entwickelten oxydirt-salzsauren Gases u. s. w. Augsb. 1825. 8.

2 Ann. Chim. Phys. T. XXIX. p. 85.

3 Méc. cél. T. V. p. 110.

4 Ueber die Dalton'sche Theorie. Düsseld. 1830. 8.

5 Gött. Gel. Anz. 1830. St. 196. S. 1945.

Ansicht, welcher auch BRANDES huldigt, wonach die rothen Strahlen vorzugsweise durch die Atmosphäre dringen, die blauen aber von derselben zurückgeworfen werden, sind die triftigsten Argumente beigebracht worden, wozu noch dieses kommen kann, daſs hiernach auf hohen Bergen der Himmel heller erscheinen müſste, weil doch von der dichteren Atmosphäre mehr blaue Strahlen zurückgeworfen werden müssen, als von der dünneren. Wenn XAVIER DE MAISTRE[1] ihre blaue Farbe von schwarzen färbenden Theilchen ableitet, die auch dem Wasser seine Farbe geben sollen, so bedarf diese Hypothese keiner eigentlichen Widerlegung. Uebrigens giebt es noch einige nicht unwichtige Thatsachen, wodurch ich die von mir geäuſserte Meinung weiter zu unterstützen vermag. Dahin gehören die Versuche des Dr. BARRY[2] bei seiner Ersteigung des Montblanc. Oben auf der Spitze, umgeben von blendend weiſsem Schnee, war der Himmel im Zenith eigentlich schwarz, einige hundert Fuſs unter dem Gipfel in einer Umgebung von Schnee zeigte er sich gleichfalls so, allein die Tiefe wurde gemildert und ging in das Indigblaue über, wenn der Beobachter auf dem Rücken liegend die Augen einige Zeit verschlossen hielt, dann aber die seitwärts einfallenden Strahlen vermittelst beider Hände ausschloſs, während die Augen wieder geöffnet wurden. Noch beweisender sind die zahlreichen Beobachtungen von BOUSSINGAULT[3], wozu ihm die Ersteigungen americanischer Bergspitzen Gelegenheit gaben. Unterrichtet von dem, was H. B. DE SAUSSURE[4] auf dem Montblanc und dem Col de Géant wahrgenommen hatte, prüfte er die Phänomene genauer. Auf der erreichten Station am Chimborazo erschien der Himmel nicht dunkler, als zu Quito, und auf dem Tolima in 4686 Meter Höhe war dieses der nämliche Fall, allein auf dem Cumbal erschien der Himmel auſserordentlich dunkel indigblau. BOUSSINGAULT setzt bloſs erzählend hinzu: „Ich war damals von Schnee umringt. Wäh„rend der ganzen Zeit, daſs ich auf dem Cumbal in die Höhe „stieg, und so lange ich nicht die Schneegrenze erreicht hatte,

1 Bibl. univ. 1832. Nov. p. 259. Edinb. New Phil. Journ. N. XXX. p. 348. XXXI. p. 56.

2 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXV. p. 115.

3 Poggendorff Ann. XXXIV. 211.

4 Voyage. T. VII. p. 321.

„schien mir diese Farbe viel weniger dunkel. Bei meiner „Ersteigung des Antisana hatte der Himmel, ehe ich die „Schneegrenze erreichte, seine gewöhnliche Farbe, so wie „ich aber einmal auf der großsen Eisfläche war, schien er mir „schwarz, wie Tinte." Auf dem Catopaxi in 5716 Metern Höhe, welche also die des Montblanc übertrifft, wurde die schwarze Färbung des Himmels nicht wahrgenommen, es wird aber nicht bemerkt, ob die Beobachter sich damals auf Schnee befanden. Boussingault leitet dieses Phänomen von einer Schwächung der Augen durch lange Anstrengung ab, allein er setzt auch hinzu, daſs sie vielleicht durch die Wirkung eines Contrastes erzeugt werde. Daſs letzterer allein die Erscheinung herbeiführe, ist wohl nicht zweifelhaft, denn die Höhe und die zugehörige Verdünnung der Luft kann nicht als Ursache angesehn werden, wie aus einer Vergleichung der Beobachtungen auf europäischen und americanischen Bergen unzweifelhaft hervorgeht, und dann wäre unbegreiflich, wie die Anwesenheit des Beobachters auf schneebedeckten oder freien Stellen die Reflexion der Lichtstrahlen von der Atmosphäre bedingen könnte.

96) Ueber den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre haben Daniell, Dove und Kämtz einige wichtige Untersuchungen angestellt, wovon ich eine Uebersicht aus dem Werke des Letzteren entnehme[1]. Nach fünfjährigen Beobachtungen zu Genf mit einem Haarhygrometer ist der relative Feuchtigkeitszustand am Morgen am gröſsten, geht bis 2 Uhr Nachmittags zur gröſsten Trockenheit über und wächst gegen Abend wieder etwas. Wird hierbei auf die Temperatur Rücksicht genommen, so verschwindet der gröſste Theil dieses Unterschiedes, jedoch zeigt das monatliche Mittel am Morgen noch einen höhern absoluten Feuchtigkeitsgrad, als am Mittage, und auch am Abend ist derselbe etwas weniges geringer. Ebendieses Resultat erhielt Dove[2] aus dreijährigen Beobachtungen Daniell's zu London und aus 11jährigen Bouvard's zu Paris. De Saussure[3] und Dove suchen die Ursache hiervon in den bei Nacht entstehenden feuchten Niederschlägen,

1 Meteorologie Th. I. S. 330 ff.
2 Poggendorff Ann. XVI. 297.
3 Hygrometrie. S. 364.

wobei der Dampf aus den obern Luftschichten herabsinkt; am Morgen tritt dann die Verdunstung ein und vermehrt den Dampfgehalt, bis die aufsteigenden erwärmten Luftschichten den Dampf mit sich in die Höhe führen. DE SAUSSURE[1] und DE LUC[2] fanden hiermit übereinstimmend ein umgekehrtes Verhalten in der Höhe, DOVE aber bewies dieses aus einer Vergleichung des Hygrometerstandes zu Genf und auf dem St. Bernhard, indem dort die Feuchtigkeit der Luft um 2 Uhr Nachmittags gröfser ist, als am Morgen. Aus der Abhängigkeit der Dampfbildung von der Temperatur folgt, mit der Erfahrung übereinstimmend, dafs der absolute Feuchtigkeitsgrad im Winter am geringsten, im Sommer dagegen am gröfsten ist, der relative dagegen zeigt ein umgekehrtes Verhalten, weil die Wärme erst vorhanden seyn mufs, ehe sie das Wasser in Dampf zu verwandeln vermag, und daher eilt die Temperaturerhöhung der Feuchtigkeitszunahme voraus; auf dem St. Bernhard aber scheint der relative Feuchtigkeitszustand das ganze Jahr hindurch fast gleich zu seyn.

KÄMTZ vermuthet aus triftigen Gründen, dafs der Feuchtigkeitszustand im Allgemeinen von den Küsten nach dem Innern der Continente hin abnimmt, allein zur bestimmten Entscheidung hierüber fehlt es an vergleichbaren Messungen.

97) Der Einflufs der Winde auf den Dampfgehalt der Luft ist am allgemeinsten bekannt, denn man redet sogar im gemeinen Leben von trocknen und von feuchten Winden, wobei im Allgemeinen die nördlichen zu den ersten, die südlichen zu den letzten gehören. Um hierüber genauer zu entscheiden, müssen die mittleren Feuchtigkeitszustände der Luft und die jederzeitigen Elasticitäten der Dampfatmosphäre für die einzelnen Winde bekannt seyn. Zur Entfernung der einzelnen Anomalieen wird dann die bereits wiederholt angegebene Formel angewandt, welche sich darauf gründet, dafs von Nord durch Ost für 360° des ganzen Kreises einem jeden Puncte der Windrose 45° zugehören. Bezeichnet demnach e die Elasticität des Wasserdampfes in par. Linien, m den vom Nullpuncte der Windrose an gezählten Winkel der jedesmali-

1 Reisen. Th. IV. S. 365.
2 Idées sur la Mét. T. II. p. 12.

gen Windrichtung und e_m den diesem Winde zugehörigen Druck der Dampfatmosphäre, so ist

$$e_m = e + u \, \text{Sin.}(m \,.\, 45^\circ + v) + u' . \, \text{Sin.}(m \,.\, 90^\circ + v'),$$

worin die Constanten aus den Beobachtungen bestimmt werden[1]. Aus DANIELL's Beobachtungen hat DOVE[2] für London folgende Werthe in par. Linien erhalten:

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	2,43	2,22	2,18	3,04	3,56	3,62	3,24	2,72
Frühling . .	3,22	3,14	4,10	4,33	4,49	4,15	3,88	3,35
Sommer . .	4,74	4,59	5,49	6,10	6,74	6,13	5,48	4,96
Herbst . . .	3,29	3,78	3,81	4,87	4,90	5,17	4,46	3,84
Jahr	3,56	3,42	3,76	4,66	4,91	4,71	4,27	3,76

Für Paris erhielt KÄMTZ aus den Mittagsbeobachtungen des Hygrometers und Thermometers die folgenden ähnlichen Resultate in par. Linien:

	N.	NO	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	1,68	1,26	1,54	2,02	2,29	2,46	2,21	1,73
Frühling . .	1,77	1,77	1,78	2,28	2,51	2,30	2,19	1,95
Sommer . .	3,22	2,92	3,30	3,95	3,90	3,41	3,29	3,03
Herbst . . .	2,53	2,28	2,45	3,07	3,57	3,35	2,76	2,67
Jahr	2,30	2,06	2,27	2,83	3,07	2,88	2,61	2,35

Diese Bestimmungen beziehn sich auf den absoluten Feuchtigkeitszustand; in der oben mitgetheilten, aus der gemeinen Erfahrung entnommenen Bemerkung liegt indefs schon, dafs auch der relative sich auf gleiche Weise verhält.

Für das Verhältnifs des Feuchtigkeitszustandes der Luft in verschiedenen Höhen hat KÄMTZ[3] einen analytischen Ausdruck gesucht, es fehlt jedoch an genügenden Beobachtungen zur Bestimmung der Constanten, und ich verweise daher rücksichtlich dieser Aufgabe auf das angezeigte Werk.

98) Die zur Meteorologie gehörigen und einzeln in ihr zu untersuchenden **Phänomene** sind in alphabetischer Reihe folgende:

1) Das *Gewitter*, sofern dasselbe als elektrische Erscheinung betrachtet wird, wonach dann die Untersuchung der

1 Das Verfahren ist das in §. 75. gezeigte.

2 Poggendorff Ann. XVI. 285.

3 Meteorologie. Th. I. S. 342.

Luftelektricität, des *Blitzes* und des *Donners* zunächst dazu gehören und selbst auch die Construction der *Blitzableiter* Berücksichtigung verdient. Alle diese sind in eigenen Artikeln bereits abgehandelt, wozu allerdings eine Menge Zusätze kommen könnten, wenn es zweckmäſsig wäre, die mitgetheilten Thatsachen durch andere ähnliche zu vermehren. Da dieses aber unnöthig ist, so begnüge ich mich, bloſs einen interessanten Blitzschlag mitzutheilen, welcher zugleich wegen der Sachkenntniſs und Wahrheitsliebe des Referenten, des Dr. Traill, damals zu Liverpool, besondere Aufmerkkeit verdient[1]. Der Blitzstrahl traf das Packetschiff New-York von 526 Tonnen am 19. April 1828 auf seiner Fahrt von New-York nach Liverpool, ging an den eisernen Ketten des Hauptmastes herab, zerstörte das Metall theilweise, ergriff das Eisenwerk der Pumpen, drang in den Waarenraum, sprang zu einer bleiernen Cisterne über, von da zu einer bleiernen Röhre nach dem Hintertheile des Schiffes, wo er drei fünfzollige Planken am untern Ende losriſs. Auſser den in seiner eigentlichen Bahn liegenden Gegenständen waren noch verschiedene andere anscheinend durch eine seitwärts gehende Wirkung beschädigt, ein Spiegel in der Cajüte wurde in mehrere Stücke zerschlagen, ein Pianoforte umgeworfen u. s. w. Der laute Schall der Explosion war betäubend und ein schwefeliger Dampf (*sulphureous smoke*), welcher mit einer bläulichen Flamme aus den Luken hervorbrach, erzeugte die Furcht vor einem Brande der Ladung, die gröſstentheils aus Baumwolle und Terpentin bestand. Es fand sich jedoch bald, daſs nichts entzündet war, aber das Schiff hatte einen Leck bekommen, welcher jede Stunde 4 Zoll Wasser gab, durch die Pumpen jedoch gewältigt werden konnte, so daſs das Schiff seine Fahrt fortzusetzen vermochte. Von den Passagieren war keiner beschädigt; einer, welcher im Raume der Hauptluke gegenüber schlief, nahe bei dem Fleck, wo der Blitz in den Waarenraum drang, dessen Schloſs mit Gewalt in die Cajüte geschleudert wurde, war nicht beschädigt und eine Quantität Schieſspulver unter seinem Bette blieb unversehrt; ein Zuber und ein Becken, welches über dem Bette eines Kindes auf einem Borde stand, wurden heruntergeworfen ohne Beschä-

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. IX. p. 183.

digung des Kindes. Noch auffallender war, dafs ein ältlicher Mann, welcher in den letzten 5 Jahren keine Viertelstunde anhaltend gehn konnte, den Gebrauch seiner Glieder bleibend wiedererhielt. Der Anblick des Himmels und die zahlreichen Wasserhosen liefsen die Wiederkehr des Gewitters fürchten und veranlafsten daher, dafs der aus Vergessenheit nicht gebrauchte Blitzableiter angeheftet wurde. Er bestand aus eisernen Gliedern von 18 Zoll Länge und 1 engl. Z. Durchmesser, mit einer 4 Fufs langen Auffangestange, welche 3 F. über die Spitze des Hauptmastes hervorragte; die ganze Länge betrug 145 Fufs, wovon das Ende über eine am Hintertheile angebrachte leichte hölzerne Strebe ins Wasser 9 F. tief herabhing. Gleich am Morgen traf ein zweiter, noch stärkerer Schlag den Ableiter und gab eine solche Erschütterung im Wasser, dafs durch das Fortschleudern des Schiffes mehrere Passagiere umgeworfen wurden, einige Glieder des Ableiters schmolzen, so dafs viele Tropfen des glühenden Eisens herabfielen und bedeutend tief einbrannten, ungeachtet das Verdeck durch den Regen benetzt und mit einigem Hagel überschüttet war. Auch diesesmal wurde keiner von den Passagieren verletzt, aufser ein Zimmermann, welcher einen eisernen Bohrer hielt und eine mehrere Wochen sichtbare Anschwellung seiner Hände davon trug. Beim Ausbessern des Schiffes im Hafen fanden sich einige Planken losgerissen, aber das Holz war unbeschädigt, dagegen waren alle Werkzeuge von Stahl, als die der Zimmerleute, die Messer und Gabeln, selbst die Sachen von Eisen und sogar alle Nägel des Schiffes bleibend magnetisch gemacht, die Uhren standen sämmtlich still oder waren unbrauchbar wegen des starken Magnetismus ihrer Theile von Stahl und ganz gegen die Art der Wirkung der künstlichen Elektricität zeigte der obere Theil des Blitzableiters starke nördliche Polarität. Der Magnetismus einiger eiserner und stählerner Geräthschaften stimmte mit der Richtung, in welcher befindlich sie vom Blitze getroffen worden waren, überein, bei andern war aber ein solches Verhältnifs gar nicht vorhanden. Bei einigen Magnetnadeln waren die Pole umgekehrt, andere hatten mehrere Pole, so dafs man sich auf ihre Anzeigen nicht mehr verlassen konnte.

2) *Feuerkugeln* gehören zur gemeinsamen weitläuftigen Classe der Feuermeteore und ihre Beobachtung, ebenso wie die

physische Ursache ihrer Entstehung, gehört in das Gebiet der Meteorologie.

3) *Glatteis* oder glatteisender Regen ist eine bekannte Erscheinung. Beiden sind eigene Artikel gewidmet.

4) *Hagel.* 99) In der ausführlichen Untersuchung dieses Hydrometeors ist S. 35 ein Irrthum zu berichtigen, welchen KÄMTZ[1] aufgefunden hat. Aus NICOLAI's Samml. von Anekdoten über FRIEDRICH DEN GROSSEN geht nämlich hervor, dafs das oft erwähnte Hagelwetter zu Potsdam im Jahre 1767 gar nicht statt gefunden hat, sondern weil dem Könige gesagt wurde, man rede in Berlin viel von einem bevorstehenden Kriege, liefs er eine Beschreibung jenes starken Hagelwetters in beide Berliner Zeitungen aufnehmen, um Stoff zur Unterhaltung zu geben, und da die von Potsdam eingehenden Widerlegungen nicht aufgenommen wurden, hat sich die Sage davon bis auf die neuesten Zeiten erhalten. Mehr begründet ist die Nachricht von einem starken Hagelwetter am 2. Juli 1441, wobei Hagelkörner 1 Pfund schwer herabgefallen seyn sollen[2]. In Indien, zu Hurreechundurghur unter 31° 57′ N. B. und in einer Höhe von 3943 engl. Fufs, fällt nach SYKES[3] nicht selten während der Stürme Hagel, dessen Körner 1 Zoll Durchmesser und darüber erreichen und meistens aus klarem Eise mit einem kleinen Sternchen und vielen von diesem ausgehenden Strahlen bestehn. Sogar in Südafrica unter 31° 30′ S. B. und 24° östl. Länge v. G. erlebte BURCHELL[4] am 13. und 19. März heftige Hagelwetter, wobei der Hagel bis zum folgenden Tage unter dem Gebüsch liegen blieb und das Thermometer nach Schätzung bis nahe auf 0° C. herabging. Dort giebt es im April noch Nachtfröste, auch fällt zuweilen 2 Fufs hoher Schnee, was nur daraus erklärlich wird, dafs dort die Südspitze von Africa ihre gröfste Höhe hat. In Brasilien ist der Hagel selten und besteht allezeit aus Würfeln mit abgestumpften Ecken von der Gröfse eines Taubeneies[5]. Diese

1 Meteorologie. Th. II. S. 501.

2 Correspondenzblatt des würtemb. landwirthschaftl. Vereins. 1831. Th. XIX. S. 9.

3 Phil. Trans. 1835. p. 190.

4 Reisen. Th. II. S. 175 ff.

5 FREYCINET Voyage. T. I. p. 93.

abnorme Gestalt ist übrigens ungleich leichter erklärbar, als was A. JONES[1] zu Augusta Georgia in America unter 31° 10′ N. B. und 89° 15′ westl. L. von G. bemerkt haben will, dafs nämlich die Hagelkörner einen mit Luft erfüllten Raum im Innern hatten. Auch v. HOFF[2] sah am 27. Juli 1834 zu Gotha Hagelkörner von abnormer, eckiger Gestalt, eine Beschreibung vieler auffallend verschieden gestalteter Hagelkörner enthält aber die Nachricht, welche D. L. COSARI[3] über das furchtbare Hagelwetter am 26. Aug. 1834 zu Padua mittheilt. Die eine Classe der Hagelkörner bestand aus flachen, unregelmäfsigen Eiskörnern, deren einige eckige Platten von etwa 1 Z. Dicke bildeten. Auf der einen, fast ebenen und durchsichtigen Fläche derselben zeigten sich dünne Lagen, theils gerade, theils krumme, welche abwechselnd durchsichtig oder nur durchscheinend waren. Auf der andern Fläche safsen Krystalle von durchsichtigem Eise, von der Gestalt eines vierseitigen Prisma mit einer schmalen Seite im Verhältnifs zu den drei andern, bis 1,5 Zoll lang, die Länge eines ganzes Stückes von einer Spitze bis zur andern betrug zwischen vier bis acht Zoll. Andere Hagelkörner hatten die Gestalt elliptischer oder runder, etwas convexer Scheiben, von einer rauhen Oberfläche mit vierseitig prismatischen Krystallen, und bestanden grofsen Theils aus concentrischen, theils durchsichtigen, theils undurchsichtigen Lagen mit einem opaken Nucleus in der Mitte; ihre Gröfse betrug von 1,5 bis 4 Zoll. Noch andere flache Eisstücke endlich bestanden aus durchsichtigem Eise mit einem dickeren Rande, welcher in Folge wechselnder Lagen Streifen zeigte, von rauher Oberfläche, mit einem undurchsichtigen Kern, welcher zuerst wegschmolz, so dafs dann ein Ring übrig blieb; ihr Durchmesser betrug von 1,5 bis 3 Zoll. Eine zweite Classe bestand aus runden Körnern. Einige von diesen zeigten einen Nucleus mit umgebenden Lagen theils durchsichtigen, theils undurchsichtigen Eises, wovon die ersteren dünner waren, als die letzteren, was man vorzüglich beim Zerschlagen wahrnahm, auch lagen sie zuweilen unordentlich

---

1 Silliman Am. Journ. T. XXIII. p. 35.

2 Kastner Archiv. Th. IX. S. 23.

3 Aus Annali delle Science del Regno Lomb. Veneto. Nov. Dec. 1834. in New Edinb. Phil. Journ. N. XXXVII. p. 83.

durcheinander, oft dagegen gingen sie strahlenförmig vom Mittelpuncte aus, im Ganzen hatten diese einen Durchmesser von 1 bis 3 Zoll. Andere hatten eine fast vollkommen kugelförmige Gestalt, mit einem Kern und wechselnden concentrischen Kreisen. War ihr Durchmesser nicht gröſser als 1,5 Z., so hatten sie nie weniger als sieben und nie mehr als neun Lagen, die äuſsere war stets durchsichtig und dicker als die innern durchsichtigen; war aber der Durchmesser kleiner als einen Zoll, so betrug die Zahl der Lagen drei oder fünf. Im Ganzen betrug der Durchmesser von 9 Linien bis fast 4 Zoll. Einige dieser letzten Körner hatten auf ihrer Oberfläche durchsichtige, nicht über 2 Lin. groſse hexaedrische Krystalle, andere, von weniger als einem Zoll Durchmesser, waren äuſserlich glatt und schlossen einen nicht lagenförmig gebildeten Kern ein, noch andere endlich, und zwar die zahlreichsten von allen Varietäten, von 1 Zoll Durchmesser, schlossen Luftblasen in sich, die bei genauer Untersuchung von einem so zarten Netze umgeben waren, daſs das Ganze durchsichtig schien. In manchen Hagelkörnern war der Nucleus weich, in andern sehr hart, und zwar in den kleinen meistens am härtesten, auch waren sie von ungleichem specifischem Gewichte, indem einige mehr, andere weniger aus dem Wasser hervorragten. Merkwürdig ist noch die Beobachtung, daſs keins der Hagelkörner aus mehreren zusammengebacken sich zeigte, denn selbst bei den sehr unregelmäſsig gestalteten ging dieses aus der Art der Lagerung der einzelnen Schichten deutlich hervor. In machen Hagelkörnern wollte man Bruchstücke von Eisen, kohlensaurem Kalke und Ziegelbrocken gefunden haben, allein Cosari meint, diese seyen beim Auffallen hineingekommen, gewisser war, daſs einige eine sandartige Materie einschlossen, deren Beschaffenheit aber leider von niemand genauer untersucht wurde. Cosari selbst fand nur zwei Exemplare dieser Art; in dem einen befand sich die Substanz von sehr geringer Menge genau in der Mitte, bei dem andern war der Nucleus etwa 0,3 Zoll groſs, hatte eine aschgraue Farbe und gab eine so geringe Menge eines graulichen Pulvers, daſs es kaum das Leinen färbte, worauf es gebracht wurde. Mit einer stark vergröſsernden Loupe besehn waren es Körnchen von ungleicher Gröſse, wovon die gröſsten schwarzgrauen vom Magnete angezogen wurden. Er hielt die

Substanz für Eisen mit Nickel; doch dürfte sie wohl vulcanische Asche gewesen seyn.

Vorausgesetzt dafs alle diese Angaben vollkommen richtig sind, so gehört dieses Hagelwetter allerdings unter die merkwürdigsten Meteore seiner Art, weil so viele Formen der Hagelkörner vereint darin vorkamen, die sich sonst nur einzeln zu zeigen pflegen. Solide flache und eckige Eisstücke sind übrigens keine absolute Seltenheit. Aufser den bereits angeführten Beispielen ereignete es sich auch am 9. Aug. 1828 zu Horsley in Staffordshire, dafs Eisstücke von 3 Zoll Länge, 1 Z. Breite und 3 Z. im Umfange in grofser Menge herabfielen und beträchtlichen Schaden anrichteten[1]. Unter die sehr merkwürdigen Fälle gehört das am 3. Aug. 1827 zu Mastricht beobachtete Hagelwetter[2], wobei die Form der Hagelkörner um so mehr hier bemerkt werden mufs, als sie mit der durch Delcros beobachteten eine auffallende Aehnlichkeit hat und demnach zu der von diesem geäufserten Folgerung zu berechtigen scheint. Die begleitenden Phänomene waren genau so, wie sie bei schweren Hagelwettern in der Regel zu seyn pflegen, die Hagelkörner hatten 26,6 Lin. im Durchmesser und einige waren sogar noch gröfser, die meisten beinahe kugelförmig, andere mehr oder weniger abgeplattet und zuweilen zweimal so lang als breit, die Oberflächen der grofsen mit Auswüchsen bekleidet, deren einige 4 Lin. hervorragten, die der kleinen waren glatt. Inwendig enthielten sie eine Reihe von abwechselnd durchsichtigen und undurchsichtigen Kugelschichten, meistens regelmäfsig concentrischen, die bei einigen in gleichen Zwischenräumen von etwa 0,5 Lin. auf einander folgten, bei andern ungleich vertheilt waren, indem die durchsichtige Eisrinde zuweilen 0,4 Zoll dick war. Zugleich zeigte sich bei den grofsen eine Art strahlenförmigen Gefüges, welches vom Mittelpuncte ausging. Aufser diesen gröfseren Hagelkörnern fiel eine weit beträchtlichere Menge kleinerer, und zwar in drei Folgen, jene zuerst, diese nachher; die gröfseren sind im Durchschnitte gezeichnet, die kleineren gleichen genau Sectoren und führen zu der von Delcros ausgesprochenen

Fig. 268. u. 269.

---

1 Edinburgh Journ. of Science. N. XVIII. p. 354.

2 Quetelet Correspondance math. et phys. T. III. p. 95. Poggendorff Ann. XVI. 383.

Vermuthung, dafs sie Bruchstücke der gröfseren sind, so wenig man auch begreift, wo und durch welche Ursachen ein solches Zerplatzen statt finden könnte, es sey denn, dafs die Bedingung hierzu durch die schnelle Bildung derselben auf eine der Erfahrung bis jetzt entgangene Weise gegeben würde. Vermuthlich beruht aber diese Zerplatzung auf einer unrichtigen Deutung der wahrgenommenen Formen, wie aus dem Folgenden hervorzugehn scheint.

100) Die Beschreibung der verschiedenen Hagelkörner, welche THIENEMANN[1] beobachtete, scheint mir deswegen hier der Mittheilung werth, weil sie ziemlich vollständig die meistens einzeln vorkommenden Gestalten enthält und zu einigen Schlüssen über die Art ihrer Bildung führt. Das Gewitter, welches diesen Hagel brachte und sich dadurch von andern unterschied, dafs es einigen an demselben Tage vorangegangenen folgte, statt dafs die Hagelwetter in der Regel vorauszugehn pflegen, zeichnete sich noch aufserdem dadurch aus, dafs in vier Absätzen zunehmend gröfsere Hagelkörner herabfielen, statt dafs in der Regel die ersten am gröfsten zu seyn pflegen. Die zuerst fallenden waren die kleinsten und glichen im Allgemeinen, wie die Zeichnung angiebt, einem oben abgerundeten Kegel, auf einer Halbkugel aufsitzend. Das Eis des Kegels war trübe und hatte in der Spitze einen Kern, welcher vollkommen einer kleinen Graupel glich, die Halbkugel dagegen bestand aus klarem Eise. Bei andern Körnern, die in geringer Anzahl gefunden wurden, war die Form einer länglich gestreckten, ziemlich flachen Linse gleich, an deren einem Ende der Kern mit umgebenden, halb ausgebildeten Graupeln safs. Die beim zweiten Beginnen fallenden Körner hatten die nämliche Gestalt, waren jedoch beträchtlich gröfser, und es zeigte sich um den Kern eine bis zwei Reihen unvollkommener Graupeln. Bei diesen Körnern war diese Gestalt fast allgemein die nämliche, nur gingen einige fast in die Kugelgestalt oder die Eiform über, stets aber safs die Graupel am einen Ende, nur wenige waren mifsgestaltet, gekrümmt, wie die Zeichnung angiebt. Der Anblick dieser Figuren macht es sehr wahrscheinlich, dafs die von DELCROS und andern wahrgenommenen Sectoren solche Körner mit einem undeut-

Fig. 270.

Fig. 271.

Fig. 272.

1 Poggendorff Ann. XXVII. 362.

lichen, nur kleinen Kerne an der Spitze waren, deren Erklärung dann ohne die Voraussetzung eines naturwidrigen Zerplatzens keiner Schwierigkeit unterliegt. Beim dritten Abschnitte des Hagelns waren die Körner abermals gröfser, meistens kugelförmig, einige jedoch wie Linsen gestaltet, stets aber mit dem Kerne an der einen Seite, auch wurden mitunter mifsgestaltete gefunden, und alle Arten hatten zuweilen eine mit Luftblasen versehene Schicht. Beim vierten Abschnitte fielen die gröfsten, meistens runden, selten linsenförmigen Hagelkörner, deren einige aussahn, als seyen mehrere kleinere Hagelkörner von einer umgebenden Eismasse eingeschlossen. MERIAN[1] ist der Meinung, die hier angegebene Form der Hagelkörner, wonach der Kern sich an der Spitze befindet, sey die gewöhnliche und bezeichne den Ursprung derselben, sofern die aus strahligen Theilen gebildeten Graupeln beim Herabfallen am untern Theile neue Eisschichten ansetzen, die unregelmäfsige Gestalt derselben, und dafs der Kern sich in der Mitte befinde, rühre vom Winde her, welcher die Körner umdrehe und ein Ansetzen neuer Lagen an allen Seiten zur Folge habe, auch streite jene regelmäfsige Gestalt gegen die Theorie VOLTA's.

101) Auch die Beschreibung des starken Hagelwetters, welches am 21. Mai 1828 um 6 Uhr Abends im Departement du Gard eine Strecke etwa 800 bis 900 Meter breit und 41750 Meter lang verwüstete, bietet einige wichtige Momente dar[2]. Einige der herabfallenden Körner hatten die Gröfse einer geballten Faust; ein Beobachter wog zwei zufällig aufgefafste und fand das eine 153 Gramm (5 Unzen), das andere 130 Gramm (4,25 Unzen) schwer. Die gröfsten waren auf der Aufsenseite mit stumpfen Krystallen von der Länge des äufsersten Gliedes am kleinen Finger überdeckt und erhielten hierdurch das Ansehn solcher Kalkspathdrusen, die man Schweinszähne nennt. Im Allgemeinen war die äufsere Schale der Hagelkörner durchsichtig, in ihrem Innern aber war ein weifslicher Kern von zwei Centimeter Durchmesser, aber in den zerschlagenen Stücken nicht weich, sondern hart.

---

1 Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 147.

2 Bibliot. univ. T. XXXIX. p. 51. Hertha Th. XII. S. 109. Ann. Chim. Phys. T. XXXIX. p. 425.

Diejenigen, welche einige Zeit auf der Erde gelegen hatten, wurden hierdurch auf der obern und untern Seite abgeplattet und zeigten die den Kern umgebenden concentrischen Kreise. Andere kleinere waren unregelmäſsig gestaltet, alle fielen ohne Regen[1]. Merkwürdig durch die Menge des herabgefallenen Hagels und die ungewöhnliche Gröſse der einzelnen Körner war das Gewitter am 14. Sept. 1828 zu Tarragona Morgens um 8 Uhr, worüber JAUBERT DE PASSA[2] der Akademie einen getreuen Auszug aus dem Berichte an das Gouvernement mittheilte. Zwei Gewitter vereinigten sich, der Blitz zündete in der Stadt, zuerst fiel etwas Regen und dann erst kleinerer Hagel, worauf aber anderer von ausnehmender Gröſse folgte. Viele einzelne Körner von 3 bis 4 Unzen, aber unter diesen auch einige von 3, 4 und selbst 5 Pfund (*de* 3, 4, 5 *y mas libras de peso*[3]) wurden gefunden und mehrere hatten die Gröſse eines Menschenkopfes. Der begleitende Sturm hob Dächer auf und warf verschiedene Schornsteine herab, der Zerstörungen auf Feldern und in Weinbergen nicht zu gedenken. Die Katastrophe dauerte nur etwa 20 Minuten und es wurden mehrere Menschen stark beschädigt, obgleich es am Sonntage war, wo sie sich meistens in Häusern oder in der Kirche befanden. Man wollte als auſsergewöhnlich bemerkt haben, daſs vor dem Gewitter viele Dünste von der Erde in die Höhe stiegen und daſs es während des Hagelns gar nicht donnerte. Die Körner waren in der Regel von einer rauhen, warzigen Oberfläche, einige schlossen einen Kern von Eisna-

1 In einigen Gegenden herrscht der Glaube, der Hagel mache die getroffenen Pflanzen durch eine Art von Vergiftung krank, weswegen man an dem eben genannten Orte Bedenken trug, mit den beschädigten Maulbeerblättern die Seidenraupen zu füttern. Dieses Vorurtheil rührt von TOALDO her, welcher behauptete, der Hagel enthalte Säuren, die durch den begleitenden Regen weggespült würden, so daſs dadurch der Hagel einen Theil seiner schädlichen Wirkung verliere. BERTHOLON dagegen glaubte, der Hagel mache wegen der mitgeführten Elektricität die Bäume fruchtbarer und die Felder ertragreicher.

2 Ann. Chim. Phys. T. XXXIX. p. 427.

3 Die Libra enthält 16 Onzas oder 460,086 Gramme. Will man aber auch Medicinalgewicht nehmen, so enthält die Libra doch 345 Gramme. S. *Maſs*. S. 1389. Auf jeden Fall ist die angegebene Gröſse ganz unglaublich.

deln oder leichteren Schneeflocken ein und bestanden aus Lagen von ungleicher Dichtigkeit.

Von grofser Wichtigkeit sowohl rücksichtlich des Phänomens des Hagelns überhaupt, als auch der Theorie der Hagelbildung ist die Erzählung, welche Lecoq[1] über die von ihm am 28. Juli und 2. Aug. 1835 beobachteten Meteore mittheilt, wodurch die Gegend um den Puy de Dome verwüstet wurde. Der Hagel fiel am ersten Tage aus einer schnell bewegten Wolke und hatte eine sehr schräge Richtung in Folge eines ihn heftig treibenden Windes. Die sogleich nach dem Fallen aufgesuchten Körner hatten im Allgemeinen die Gröfse eines Taubeneis, einige aber erreichten die der Eier eines welschen Huhns; das Gewicht der gröfsten betrug nur 4 Unzen, man will jedoch solche von 5,5, auch von 8 Unzen, ja sogar von mehr als einem Pfunde gewogen haben, allein Lecoq glaubt selbst, dafs mit Weglassung der Uebertreibungen 8 Unzen das gröfste Gewicht gewesen seyn möge. Die meisten hatten in ihrer Mitte ein Graupelkorn als Kern, um welchen die Schichten des klaren Eises gelagert waren; ihre Gestalt war im Ganzen oval und beide gleiche Enden hatten auf ihrer Oberfläche warzenartige Erhöhungen, deren viele sehr kenntliche Krystalle aus sechsseitigen Säulen mit sechsseitigen Pyramiden von 8 Lin. Höhe bildeten; doch waren bei den meisten die Ecken weggeschmolzen und so Kegel entstanden. Aus eingezogenen Nachrichten ergab sich, dafs die Hagelwolke über dem Meere entstanden war, einen Theil der Insel Oleron verwüstet, dann mit verschiedener Gröfse der Körner und selbst mit Unterbrechung des Hagelns in einer Richtung von West nach Ost in 4,5 Stunden einen Weg von 90 Lieues zurückgelegt hatte. Am nämlichen Tage wurden später noch andere Districte durch verschiedene Hagelwolken leichter verwüstet, die vom grofsen Hagelschauer getroffene Gegend hatte an beiden Enden die Breite einer halben Lieue, in der Mitte aber war sie ungleich breiter. Der Hagel dauerte nirgends länger als eine halbe Stunde und es folgte nur wenig Regen. Bemerkt zu werden verdient noch, dafs auf dem Gipfel des Puy de Dome kein Hagel fiel, wohl aber auf dem kleinen Puy de Dome in einer Höhe von 1200 Meter, wo die Körner klein,

1 Ann. Chim. Phys. T. LXI. p. 206.

mit vielen Krystallen bekleidet waren und sehr schnell in einer äußerst kalten Luftschicht bewegt wurden. Blätter und Zweige, durch die Gewalt des Hagels zerschmettert, fanden sich nicht höher als 800 Meter. Weil in den nächsten Tagen noch mehrere Gewitter folgten, so begab sich LECOCQ am 2. Aug. auf den Puy de Dome, sah dort viele Wolken von Süden und andere höhere von Westen herkommen, von denen einige der ersteren starke Regen brachten. Später häuften die westlichen Winde starke Wolkenmassen auf, es erfolgten Blitze, aber nie schlug einer durch den Raum zwischen beiden Wolken, sie waren alle in der unteren Wolke, worin sich auch der Hagel bildete, dessen Körner nach allen Seiten geworfen, im Allgemeinen aber durch den Südwind nördlich getrieben wurden. Der Wind wurde sehr heftig und ausnehmend kalt. Die untere Wolke liefs in der Entfernung einigen Regen fallen, welcher aber in der Luftschicht unter ihr sich wieder aufzulösen schien, und damit endigte das Schauspiel. Nach dem Herabsteigen auf den Puy-de-Gaules kam mit einem sehr kalten Südwinde abermals eine Wolke, aus welcher gleichfalls Hagelkörner, wie kleine Nüsse, herabfielen. Die Wolke war über seinem Haupte, allmälig vereinigten sich die beiden Wolkenschichten, weil der kalte Westwind die Oberhand behielt, und es hagelte noch einige Male, bis gegen Abend. Hierdurch ist also wohl die Theorie VOLTA's genügend widerlegt und die heftige Kälte des begleitenden Windes bestätigt sehr die neuerdings über dieses Phänomen aufgestellten Ansichten.

Unter die fabelhaften Nachrichten gehört die von OLMSTED[1] erwähnte, dafs während des Krieges, welchen LUDWIG XII. im Jahre 1510 in Italien führte, nach einer Finsternifs dunkler als die Nacht 100 ℔. schwere Hagelkörner herabfielen; auch zieht G. ROSE[2] den meteorischen Ursprung der oktaedrischen und leucitoedrischen Schwefelkiese in Zweifel, die in der Nähe von Orenburg in Hagelkörner eingeschlossen herabgefallen seyn sollen[3] und nach HERMANN's Analyse aus

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XVIII. p. 244.

2 Poggendorff Ann. XXVIII. 578.

3 S. *Hagel*. Bd. V. S. 39. Vergl. Kastner Archiv Th. IV. S. 196. Poggendorff Ann. VI. 3.

90,02 Eisenoxyd und 10,19 Wasser bestehn. Rose entnimmt aus seinen zu Orenburg angestellten Erkundigungen, daſs keines der Körner in einem Hagelkorne eingeschlossen gesehn wurde, vielmehr fand man sie nach einem heftigen Hagelwetter auf einem Acker, wo sie vorher nicht gesehn worden waren, und da ihre Beschaffenheit nicht auf meteorischen Ursprung deutet, sie vielmehr bloſs für umgewandelte Schwefelkiese zu halten sind, so mangelt der Folgerung, daſs sie mit dem Hagel herabgekommen seyen, die gehörige Begründung.

102) Die Nachrichten von nächtlichen Hagelwettern können durch die von Kämtz[1] gesammelten Berichte noch bedeutend vermehrt werden. Dieser erlebte selbst in der Nacht vom 16. Juli 1829 zu Halle nach einem Gewitter am Tage ein zweites mit Hagel, auch beobachtete Hasselquist[2] ein nächtliches Hagelwetter auf seiner Reise nach Palästina und Peron[3] in der Nacht vom 14. zum 15. Juni 1802 an der Küste von Neuholland. Maternus von Cilano[4] hat eine Menge Beispiele gesammelt, von denen ich bloſs diejenigen aufnehme, die der Nacht und nicht dem Abende zugehören. Nach Scheuchzer ereignete sich ein nächtliches Hagelwetter am Montage vor Oswald 1449 um 10 Uhr Abends zu Basel, ein anderes am 21. Juni 1574 um Mitternacht im Magenthal, wobei die Körner die Gröſse der Hühnereier erreichten, und noch eins am 14. Juli 1597 um Mitternacht, welche im Rothenburger Amte des Luzerner Gebietes alle Früchte so zerschlug, daſs keine Sichel auf das Feld kam. Maternus von Cilano erwähnt noch folgende Fälle: am 14. Juli 1719 zu Triest zwischen 11 und 12 Uhr Nachts; am 25. Juli 1723 zu Nürnberg gegen 10 Uhr Abends; am 24. Mai 1725 des Nachts zu Eperies mit vielem angerichteten Schaden; am 11. Febr. 1741 um 4 Uhr Morgens zu Altona und ebendaselbst am 23. März 1751 um 5 Uhr Morgens. Zu dieser nicht geringen Zahl fügt Kämtz noch diejenigen Fälle hinzu, die er aus den Mannheimer Ephemeriden gesammelt hat und deren Zahl, wie er meint, durch genaueres Aufsuchen sich leicht verdoppeln lieſse; ich

---

1 Meteorologie. Th. II. S. 503.
2 Dessen Reise. S. 17.
3 Voyage. T. I. p. 341.
4 Hamburger Magaz. Th. XVII. S. 97.

finde es jedoch besser, diejenigen Nachrichten wegzulassen, in denen von nächtlichem Hagelwetter im Winter die Rede ist, denn dieses waren ohne Zweifel Graupeln, die bei Nacht gar nicht ungewöhnlich sind. Zu Würzburg fiel Hagel in der Nacht vom 19. zum 20. Sept. 1781 und vom 21. zum 22. Aug. 1783. Unter den mehreren Angaben aus Rom scheint mir nur die vom 5. April 1785 um 6 Uhr Morgens und vom 13. Mai 1786 um 4 Uhr Morgens auf eigentlichen Hagel sich zu beziehn. Ferner fiel Regen mit Hagel zu Andex in der Nacht des 18. Aug. 1785 um 2 Uhr Morgens, zu München in der Nacht vom 4. zum 5. Juli 1788 und zu Rochelle in demselben Jahre am 13. Juli um 5 Uhr.

103) Einige neuere Untersuchungen über das wichtige Problem einer genügenden Theorie der Hagelbildung verdienen hier noch erwähnt zu werden. Olmsted[1] setzt voraus, dafs auf gleiche Weise, als dieses bei Meeresströmen gefunden wird, auch Luftmassen von ungleicher Temperatur sich fortbewegen können, ohne ihre Wärme zu verlieren oder durch die Umgebung erwärmt zu werden. Wenn daher Luftströme aus den Polargegenden südlich strömen oder aus der Aequatorialzone sich nach Norden bewegen, so werden sie nahe an der Oberfläche der Erde sehr bald ihre eigenthümliche Wärme ändern, in gröfseren Höhen aber ihre Temperatur beibehalten. Begegnen sich dann zwei solche Ströme, so wird der in dem einen enthaltene Wasserdampf schnell abgekühlt und in Eis verwandelt werden. Angenommen zwei solche Ströme, der eine aus 50°, der andere aus 30° der Breite, begegneten einander bei einer Geschwindigkeit der Bewegung von 15 geogr. Meilen in einer Stunde unter 40° der Breite und in einer Höhe von 10000 engl. Fufs, so läge die Region, von welcher der Südwind ausging, noch 2000 Fufs unter der Grenze des Nullpunctes, die des Nordwindes dagegen 4000 Fufs darüber; die Kälte bei ihrer Vereinigung wäre also hinreichend zur Erzeugung von Eis und zur Abkühlung des entstandenen bis zu einem Kältegrade, dafs sich der Dampf aus den unteren wärmeren Schich-

1 Silliman Amer. Journ. of Sc. T. XVII. N. 1. p. 1. Edinb. New Phil. Journ. N. XVIII. p. 244. Schweigger-Seidel Neues Jahrb. Th. I. S. 154.

ten darauf absetzen und gleichfalls gefrieren könnte. In der äquatorischen Zone, wo die Wärme mit der Höhe langsam abnimmt, kann der Hagel nur auf hohen Bergen erzeugt werden, in der Polarzone aber, wo der Dampfgehalt so gering ist, muſs der groſse Hagel gänzlich fehlen.

104) Diese Hypothese hat allerdings etwas Plausibles, es ist jedoch rücksichtlich des Hauptprocesses ein Umstand entweder ganz übersehn oder nicht ins Einzelne verfolgt worden. Eine solche einander entgegengesetzte Strömung von Luftschichten und obendrein von solcher Mächtigkeit, daſs die enorme Menge des als Eis herabfallenden Wassers als Dampf darin vorhanden seyn könnte, ist ohne ein Ausweichen der verdrängten zwischenliegenden Luftmassen unmöglich, und wenn die hierdurch nothwendig werdenden Bedingungen zur genauen Untersuchung kämen, so würde der ganze Proceſs dadurch eine andere Gestalt gewinnen und vermuthlich unstatthaft erscheinen, aus welchem Grunde jedoch eine Widerlegung für jetzt noch unzeitig ist. Auch IDELER[1] hat versucht, den Proceſs der Hagelbildung zu erklären. Zuerst zeigt er, daſs GAY-LUSSAC's[2] Erklärung, wonach die Hagelbildung durch die Wärmestrahlung von der oberen Fläche der Wolke verursacht werde, eigentlich etwas unbestimmt sey, da es genau genommen keine Oberfläche der Wolke gebe, daſs sie aber im Wesentlichen mit der von VOLTA übereinkomme und daher auf gleiche Weise unzulässig sey, weil die Masse der dort vorhandenen Dunstbläschen gar nicht genüge, um durch Verdampfung die erforderliche Kälte zu erzeugen. Gegen die durch L. v. BUCH aufgestellte Theorie wendet er ein, daſs es unter dem Aequator nicht hagelt, was aus ihr ebensowenig erklärbar sey, als der nächtliche Hagel. Da es ferner auf Bergen selten hagelt, so müssen die Hagelwolken sehr niedrig seyn, nach BRANDES[3] etwa 3000 Fuſs hoch, und dann sey das Zeitintervall zu gering, als daſs während des Fallens die bekannten dicken Körner entstehn könnten. Nach IDELER's anfänglich aufgestellter Theorie beruht die Hagelbildung hauptsächlich auf dem Wechsel der Elektricität. Jeder von der

1 Poggendorff Ann. XVI. 499.
2 V. HUMBOLDT Voy. aux rég. équinoct. T. VI. p. 352.
3 Beiträge zur Witterungskunde. S. 359.

Erde sich losreifsende Körper soll nach Erman's bekannten Versuchen — El. annehmen und daher sollen die Wolken negativ elektrisch seyn, während die sie umgebende Luft positiv elektrisch ist. Erfolgt dann durch irgend eine Ursache ein Niederschlag, so wird — El. frei, bindet die + El. der Luft, und hieraus entsteht das Wetterleuchten; zugleich wird Wärme frei, welche dann einen Theil des bereits niedergeschlagenen Wassers zur Verdunstung bestimmt, und wenn hierzu nicht genug Wärme vorhanden ist, so entzieht ein Theil der verdunsteten Wassermenge einer andern ihre Wärme, wodurch dann Hagel entsteht. Der erzeugte Dampf erhält + El., da alle El. neutralisirt ist und das umgebende Medium — El. hat, steigt in die Höhe, bildet eine neue Wolke und wird wieder niedergeschlagen. Weil dann der gebildete Regentropfen — El. hat und beim plötzlichen Gefrieren nicht sogleich ganz in Eis verwandelt wird, so erhält er sich wegen seiner — El. oscillirend in der Luft und gestaltet sich so zum Hagelkorn.

Die Hypothese, obgleich sie durch viele eingewebte Thatsachen unterstützt ist, konnte nicht wohl den Beifall der Physiker erhalten, weil sie überall zu wenig begründet ist. Erman's (und ebenso Biot's) Versuche beweisen allerdings, dafs ein Körper, wenn er sich weiter von der positiv el. Spannung zeigenden Erde erhebt, eine geringere Spannung zeigen müsse, allein daraus folgt nicht, dafs ein frei aufsteigender Körper negativ elektrisch werde, da gar kein Grund vorhanden ist, warum er die ihm inwohnende, durch die Berührung der Erde angenommene Elektricität (wenn diese wirklich positiv und nicht 0 ist) in der isolirenden Luft abgeben und negative aufnehmen sollte. Dieser Procefs ist nicht blofs unbegründet, sondern eigentlich unmöglich, und aufserdem ist bekanntlich der aufsteigende Wasserdampf positiv elektrisch, aber mit einem geringen und weit ausgebreiteten Ueberschusse von positiver El., so dafs diese erst durch die in grofser Menge erfolgende Vereinigung des Dampfes zu Dunst und Wasser merkbar zum Vorschein kommt, weswegen die Wolken in der Regel positiv elektrisch sind, sehr leicht aber durch Abgabe eines Theils der frei gewordenen positiven Elektricität und eintretende Verdunstung wieder negativ werden können. Ferner wird bei einem Niederschlage von Dampf allerdings

Wärme frei, aber nicht mehr, als durch die Umgebung bedingt ist, auf jeden Fall kann keine Wärme so weit frei werden, dafs sie benachbarte Wassertheilchen zur Verdampfung bringt, weil sonst unbegreiflich seyn würde, warum sie nicht vielmehr mit dem durch sie bereits gebildeten Dampfe in Verbindung bleiben sollte, noch viel weniger aber kann die freie Wärme eine bis zur Eisbildung gesteigerte Verdampfung bedingen, weil dieses mit ihrem Wesen geradezu im Widerspruche steht. Endlich wird man schwerlich geneigt seyn, das angenommene Oscilliren der bereits im Kleinen gebildeten Hagelkörner zuzugestehn, denn eben dieses steht der Volta'schen Theorie entgegen, die ohne diesen Einwurf nicht verworfen worden seyn würde.

105) Kämtz[1] stimmt im Allgemeinen der von mir aufgestellten Theorie bei und unterstützt diese noch nach einer mir mündlich mitgetheilten Aeufserung durch das Argument, dafs man in einem schwarzen Glasspiegel um das Sonnenbild, selbst bei blofs milchiger Atmosphäre, kleine Höfe wahrnimmt, wie Newton[2] früher um die im Wasser gespiegelte Sonne beobachtete, welche dann die Anwesenheit kleiner Eistheilchen in der oberen Atmosphäre beweisen, aus denen sich der Nucleus des Hagelkerns bildet. Das Aufsteigen der erwärmten feuchten Luftmassen bis zu unbestimmbarer Höhe folgt aus statischen Gesetzen nothwendig und ist durch viele Erfahrungen bestätigt worden; bei jedem Niederschlage, welcher durch das Eindringen der kalten Luftmassen jener Regionen leicht entstehn kann, wird das Volumen der Luft durch Condensirung des Dampfes vermindert, und so müssen wohl von selbst, ohne irgend eine hypothetische Voraussetzung, die oberen kalten Luftmassen nachstürzen, wie die begleitenden Stürme und das schnelle Herabsinken der Wolken beweisen, und somit ist ohne Weiteres die zur Hagelbildung erforderliche Erkaltung gegeben. Es scheint mir bei der Einfachheit der Sache und ihrer Uebereinstimmung mit allbekannten Thatsachen überflüssig, dieses noch weiter auszuführen. Wirklich ist auch Ideler[3] in einer diesem Gegenstande speciell gewidmeten ge-

1 Meteorologie. Th. II. S. 532.

2 S. Art. *Hof*. Bd. V. S. 434.

3 Untersuchungen über den Hagel und die elektr. Erscheinungen in unserer Atmosphäre. Leipz. 1833. 8.

lehrten Schrift der Hypothese ganz beigetreten, indem er zugleich seine eigene für ungenügend erklärt. Dabei scheint es mir ganz unnöthig zu seyn, auf die zusammengesetzteren Mittel einer Erzeugung von Kälte durch Verdunstung überhaupt einzugehn, denn sicher wird der Hagel in Wolken oder mindestens in den trüben, ein milchiges Ansehn gewährenden Schichten der Atmosphäre erzeugt, die eben hierdurch schon eine Uebersättigung mit Dampf und somit die Unmöglichkeit einer starken Verdampfung anzeigen. So gut aber ohne Verdunstungskälte durch Mengung kalter Luftmassen mit wärmeren sofort Schnee gebildet wird, wie L. v. Buch so klar nachgewiesen hat, kann doch durch einen energischen Procefs, welcher sich in seinem Uebergange durch Graupelwetter deutlich ankündigt, auch Hagel gebildet werden, was ohnehin um so weniger zu bezweifeln ist, je deutlicher die furchtbaren begleitenden Stürme und die meistens nachfolgende aufserordentliche Kälte anzeigen, wie empfindlich kalt die in die feuchten und warmen Luftschichten gewaltsam herabstürzenden Luftmassen aus Höhen seyn müssen, deren scharfe Bestimmung schwerlich so bald schon zu erwarten steht. Es scheint mir daher, dafs die Schwierigkeiten der Lösung dieses einfachen Problems nur künstlich herbeigeführt werden, ohne in der Sache selbst gegründet zu seyn.

5) *Höfe* um Mond und Sonne gehören gleichfalls, und sogar als vorzüglich wichtig, in das Gebiet der Meteorologie; dagegen möchte ich die Irrlichter nicht dazu rechnen, weil sie den Beschreibungen nach nicht sowohl in der Luft schweben, als vielmehr dicht über der Erde und aus letzterer auch ihren Ursprung zu nehmen scheinen.

6) *Nebel.* Sie werden am zweckmäfsigsten in feuchte und trockne abgetheilt; beide Classen sind sowohl hinsichtlich der Erscheinungen, die sie darbieten, als auch der Theorieen, die man zu ihrer Erklärung aufgestellt hat, ausführlich untersucht worden. Der *Höhrauch* soll nach Witting[1] ein elektrisches Product seyn oder die Elektricität mindestens bei seiner Bildung eine bedeutende Rolle spielen. Es ist jedoch bereits gezeigt worden, dafs man der Elektricität zur Erklärung dieses

1 R. Brandes Archiv des Apotheker-Vereins im nördl. Deutschland. Th. XIX. S. 180.

Phänomens nicht bedarf. Dagegen gewinnt die ohne Zweifel einzig richtige Ansicht, wonach diese trocknen Nebel nichts anderes sind, als durch heitere und trockne nördliche und nordöstliche Winde herbeigeführter, mehr oder weniger dichter Rauch von grofsartigen Verbrennungsprocessen, fortwährend mehr Anhänger.

7) *Nordlicht.* 106) Die Untersuchung dieses Meteors gehört ganz eigentlich in das Gebiet der Meteorologie. In dem ihm gewidmeten Artikel ist hauptsächlich desjenigen gedacht, welches am 7. Jan. 1831 an einer Menge von Orten seines überraschenden Glanzes wegen beobachtet wurde. Eine genaue Beschreibung der bei demselben wahrgenommenen Phänomene durch Quetelet[1], welche seitdem bekannt geworden ist, verdient der Vollständigkeit wegen hier erwähnt zu werden. Dafs die in neueren Zeiten seltener gewordenen Nordlichter sich seit jenem ungewöhnlich grofsen häufiger gezeigt haben sollten, ist mindestens nicht gewifs, jedoch läfst sich kaum mit Sicherheit hierüber entscheiden, da es jetzt leicht Mittel giebt, die geschehenen bekannt zu machen, auf der andern Seite aber die gewöhnlichen selbst dieses Aufwandes kaum werth scheinen[2]. Am 13. März 1833 wurde ein Nordlicht zu Cambridge gesehn, worüber Airy[3] berichtet, dafs es über einer dunkeln Wolke entstanden sey, die einigen undurchsichtig schien. Von hier aus entwickelten sich dann die Streifen, anfangs gekrümmt, mit der convexen Seite gegen West, nachher gerade, und einige von diesen bewegten sich nach ihrer Bildung gen Westen, meistens vier bis fünf in Gesellschaft.

---

1 Correspond. mathem. et phys. T. VII. p. 56.

2 Dafs die Menge der Nordlichter früher bedeutend gröfser war, geht unverkennbar aus dem Cataloge hervor, welchen Toaldo bei der Beschreibung des am 2. März 1780 zu Padua beobachteten grofsen Nordlichts mittheilt. Es wurden dort und in der Umgegend seit 1768 bis 1780 jährlich wenigstens eins gesehn, aufserdem 2 im J. 1768; 3 im J. 1770; 2 im J. 1774; 2 im J. 1777; 9 im J. 1778; 18 im J. 1779 und 4 im J. 1780. Für Italien ist dieses allerdings sehr viel, für nördlichere Gegenden nicht, denn Kupffer sah zu Petersburg im Jahre 1830 Nordlichter am 24. Febr., 18. März, 5. Mai, 13., 17., 18., 19. Sept., 18., 22. Oct., 8. und 15. Dec. S. Saggio di Padova. T. I. p. 178. London and Edinb. Phil. Mag. N. X. p. 263.

3 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. X. p. 315. Poggendorff Ann. XXIX. 481.

Einmal fiel einer von diesen mit einem andern stillstehenden zusammen, beide bildeten einen breitern und dieser bewegte sich dann weiter. Eine solche seitliche Bewegung sah Airy auch am 9. Oct. 1830, allein ihre Richtung war nach Osten. Nach 9 Uhr 30 Min. war blofs im Westen noch ein lichter Schein. Beachtung verdient die Bemerkung, dafs viele Beobachter einen Zusammenhang dieses Nordlichts mit den Wolken wahrgenommen haben wollten. Am 21sten desselben Monats und Jahres wurde zu Manchester, Edinburg und bis nach Irland ein Nordlicht gesehn, bei welchem Potter[1] aus Messungen der Parallaxe die Höhe um 9 Uhr 11 Min. = 142,84 und um 8 Uhr 57 Min. = 195,77 engl. Meilen gefunden haben will, weswegen das Meteor bei seiner südlichen Bewegung sich bedeutend senken soll; allein es ist bereits[2] gezeigt worden, wie unsicher solche Messungen sind Am 18. Sept. desselben Jahres wurde abermals zu Manchester ein schönes und sehr vollständig ausgebildetes Nordlicht beobachtet[3], so dafs man hiernach schliefsen könnte, es gebe auf gleiche Weise in gewissen Gegenden nordlichtreiche Jahre, als es gewitterreiche giebt. Am 21. Dec. 1834 beobachtete Sturgeon[4] zu Woolwich ein Nordlicht, welches sich nur dadurch etwa auszeichnete, dafs es hauptsächlich aus zwei starken Lichtstreifen zu beiden Seiten des Polarsterns bestand, die um 7 Uhr Abends beinahe ganz erloschen waren, von welcher Zeit an bis 10 Uhr jedoch abwechselnd kleinere Streifen heraufschossen. Dabei wird ausdrücklich bemerkt, dafs die Richtung der Strahlen dem astronomischen und nicht dem magnetischen Meridiane parallel war, wie wohl meistens der Fall seyn mag, wenn die letztere Richtung nicht schon im voraus vermuthet wird. Auch das Nordlicht, welches eben derselbe am 18. Nov. 1835 zu Woolwich beobachtete[5], war der Beschreibung nach im astronomischen Norden, gleich weit zu beiden Seiten vom Polarstern abstehend, und unterschied

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XVIII. p. 422.

2 S. Art. *Nordlicht.* Bd. VII. S. 159.

3 Nach brieflicher Mittheilung von einem Bekannten und nach öffentl. Blättern.

4 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XXXIII. p. 230.

5 London and Edinb. Philos. Magaz. N. XLV. p. 134. XLVI. p. 236.

sich hauptsächlich dadurch von den gewöhnlichen Meteoren dieser Art, dafs zu einer Zeit vom unteren Rande desselben bis zum Zenith, wohin es sich erstreckte, Wellen mit unbeschreiblicher Geschwindigkeit hinströmten, die von einem andern Beobachter als ein sehr feiner Rauch, hinter welchem sich ein starkes Licht befindet, beschrieben wurden. ROBINSON sah ebendasselbe auf dem Armagh-Observatorium, und in einem kurzen Zwischenraume zeigten sich Wolken mit etwas Regen; aus der Vergleichung beider Beobachtungen geht aber hervor, dafs dasselbe sehr niedrig seyn mufste, mehr als irgend ein bis dahin gesehenes. Am 22. Dec. 1834 sah FELDT[1] ein schwaches Nordlicht zu Braunsberg in Ostpreufsen, ein gleiches am 27. Febr. 1835, ein gräfseres dagegen am 7. Febr. des letzteren Jahres, wobei die Bemerkung beachtet zu werden verdient, dafs nach dem Verschwinden desselben der Himmel milchig schien und lange Wolkenstreifen sich in der Richtung des Meteors nach dem Zenith und über dasselbe hinauszogen, so dafs hiernach der vermuthlich nur selten beachtete und noch seltener berichtete Zusammenhang zwischen den Nordlichtern und streifigen Wolken sich stets mehr herausstellt.

107) Den mehrerwähnten Zusammenhang zwischen Nordlichtern und der Witterung fand ERMAN[2] in Sibirien bestätigt. Die Temperatur war zu Beresow vom 12. bis 24. Nov. 1828 auf die gewöhnliche mittlere von — 15°,5 herabgegangen und schwankte zwischen — 13° bis — 24° R., worauf mit anhaltendem Südwinde eine ungewöhnliche Wärme von — 2°,2 R. im Mittel folgte, die zwischen + 1° und — 6° R. schwankte. Am 1. Dec. zeigte sich das erste Nordlicht, die Einwohner prophezeiten daraus die Wiederkehr der Kälte, und wirklich ging der Wind am 2. Dec. nach NW. mit einer Kälte, die schon an diesem Tage bis — 10° herabging, am Abende — 15° und am folgenden Tage — 23° R. erreichte. ERMAN meint, die NW. Winde könnten den Himmel gereinigt haben, um das Phänomen sichtbar zu machen, oder die wechselnden Luftströmungen liefsen sich als begünstigende Ursachen desselben betrachten. Letzteres hat allerdings Grund,

1 Poggendorff Ann. XXXV. 378.
2 Reisen. Th. I. S. 600.

insofern auch nach Gewittern das Wetter sich zu ändern pflegt und die Aehnlichkeit zwischen diesen und Nordlichtern auch anderweitig angedeutet worden ist.

108) In einer ausführlichen Abhandlung[1] eines Ungenannten werden einige zur Beschreibung der Nordlichter gehörige Thatsachen mitgetheilt, gröſserer Fleiſs aber ist der Begründung einer neuen Theorie gewidmet, wonach das Phänomen durch eine eigenthümliche Gasart, beleuchtet von den gebrochenen und gespiegelten Sonnenstrahlen, erzeugt werden soll. Da schon der letzte Theil dieser Hypothese groſse Schwierigkeiten darbietet, so ist der erste um so weniger zulässig, als zur Annahme eines eigenthümlichen Gases, dessen Elemente in einfacher Form existiren und durch die gemeinschaftliche Wirkung von Elektricität, Wärme und Licht verbunden werden sollen, gar kein Grund vorhanden ist. Ross[2], welcher bei seinem langen Winteraufenthalte zu Bootia Felix viele Gelegenheit hatte, das Phänomen selbst zu beobachten, bemüht sich sehr, die ältere Hypothese zu vertheidigen, wonach das Meteor durch Spiegelung des Sonnenlichtes vom Polar-Eise und von den dortigen Schneeflächen entstehn soll, von welcher man jedoch wohl mit Recht sagen kann, daſs sie bereits genügend widerlegt worden ist. Ein Geräusch will derselbe seiner anhaltenden, schon in England lange fortgesetzten Beobachtungen ungeachtet nie wahrgenommen haben.

8) *Regen.* Dieser vorzüglich wichtige Gegenstand meteorologischer Beobachtungen ist zwar erst vor kurzer Zeit von mir ausführlich untersucht worden, aber dennoch lassen sich nicht unbedeutende Nachträge hinzufügen. Dahin gehört unter andern die Bestätigung der Angabe[3], daſs es zuweilen einzelne Tropfen bei ganz klarem Himmel regnet. Arago[4] versichert dieses von v. Humboldt und Beechey gehört zu haben, die die Thatsache in den tropischen Gegenden beobachteten; er selbst findet den Ursprung dieser Tropfen in Eistheilchen, welche, in höheren Regionen erzeugt, in den tieferen

1 Silliman Amer. Journ. of Science and Arts. T. XIX. p. 235.

2 Narrative of a Second Voyage. Appendix p. 113. Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXVIII. p. 355.

3 S. Art. *Regen.* Bd. VII. S. 1219.

4 Edinb. New Phil. Journ. N. XLI. p. 26.

schmelzen und, wie man dreist hinzusetzen kann, vergrössert werden.

109) Rücksichtlich der heterogenen Bestandtheile, welche zuweilen mit dem reinen Regenwasser vereinigt sind, ist zu bemerken, dass Boussingault[1] zu Riobamba Spuren von Salpetersäure darin fand, die auch Liebig darin entdeckte. Ersterer leitet den Ursprung derselben von elektrischen Explosionen ab, obgleich es leichter seyn würde, ein Aufsteigen dieser Säure von der Erde, wo sie in grosser Menge gebildet wird, anzunehmen. Ueberhaupt darf man sich wohl nicht wundern, dass mineralische Substanzen von der Erde aufgehoben werden und im Regen wieder herabfallen, da dieses von *Vegetabilien* und selbst von *Thieren* sich nicht wohl bezweifeln läſst. So versichert Peltier einst in seiner Jugend zu Ham ein schweres Gewitter erlebt zu haben, welches vielen Regen und dazwischen eine Menge junge Kröten brachte, die auf Dächer und Höfe herabfielen, in die vom Regenwasser gebildeten kleinen Bäche eilten und auf diese Weise bald wieder verschwanden, mit Ausnahme einiger, die vom Fallen angegriffen und beschädigt schienen. Einige fielen dem Beobachter in die Hand, als er sie ausstreckte, um sich von der Gewissheit der Thatsache zu überzeugen. Ein anderes Beispiel theilt Dümeril von einer Dame mit, die sie auf einer Jagdparthie aus einer Gewitterwolke mit wenigem Regen herabfallen sah. Der ganze Process dauerte ungefähr eine Viertelstunde. Dennoch glaubt Dümeril die Thatsache bezweifeln zu müssen und tritt der Ansicht von Redi bei, wonach solche Thiere durch die Feuchtigkeit aus ihren Schlupfwinkeln hervorgelockt werden sollen[2]. Inzwischen ist die Zahl der Augenzeugen in der That zu gross, als dass man beim Widerspruche gegen sie beharren dürfte. Als solchen nennt sich Huard, welchem die kleinen Kröten (*crapauds*, vermuthlich jedoch Frösche) im Juni 1833 zahlreich auf den Regenschirm fielen, Zickel, welcher dieses Phänomen im Juni 1808 zu Burgos beobachtete, sowie Gayet im Sommer 1794 und Duparque im Aug. 1834. Uebereinstimmend hiermit sah Masson im J. 1820 nach einem Regen eine prodigieuse Menge

1 Ann. Chim. Phys. T. LVII. p. 180.
2 L'Institut 1834. N. 76.

kleiner, etwa 10 Lin. langer Fische über eine Strecke von ungefähr 400 Schritt ausgebreitet[1]. PRINSEP fand einst einen Fisch in seinem Regenmafse, welches auf einer 5 Fufs hohen Säule in seinem Garten zu Benares stand, auch wurde das Herabfallen vieler Fische zu Feridpoor am 19. Febr. 1830 aus einer plötzlich sich nähernden schwarzen Wolke nach einer ihm mitgetheilten Nachricht von CAMERON durch obrigkeitliche Zeugnisse attestirt[2]. Höchst merkwürdig ist aber die Substanz[3], die nach einem Schneefalle am Ende März 1832 auf den Feldern des Dorfes Kurianowa unfern Moskau eine Strecke von 80 bis 100 Quadratruthen in der Dicke von 1 bis 2 und mehreren Zollen bedeckte. Sie war gelblich, elastisch wie Baumwolle und brannte in diesem Zustande mit einer blauen Flamme, in einem Glase aufbewahrt schmolz sie aber zu einer harzähnlichen Masse. HERMANN untersuchte sie chemisch, fand sie aus 61,5 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff, 31,5 Sauerstoff zusammengesetzt und nannte sie *Uranelain*, zugleich deutet er an, dafs sie wohl aus ihren Bestandtheilen in der Atmosphäre zusammengesetzt seyn möge; doch dürfte es schwer seyn, ohne nähere Kenntnifs der begleitenden Umstände eine Hypothese über ihren Ursprung aufzustellen.

110) In Beziehung auf die Regenmengen sowohl an sich als auch hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von den Jahreszeiten kommen hauptsächlich die periodischen Regen in Betrachtung, deren Kenntnifs durch die zahlreicher bekannt werdenden Berichte der Reisenden zunehmend erweitert wird. Inzwischen stimmen die mitgetheilten Nachrichten nicht stets mit einander überein und es ist schwer, aus ihnen die regelmäfsigen mittleren Regenzeiten mit Sicherheit zu entnehmen, insbesondere wenn der Aufenthalt nicht lange dauerte. Es bleibt daher vor der Hand nichts weiter übrig, als die verschiedenen Angaben zu sammeln, um demnächst aus einer gröfsern Menge derselben die Gesetze, denen die periodischen Regen an den verschiedenen Orten unterliegen, zunehmend gewisser festzustellen. Nach MOLLIEN[4] beginnt zu Timbo am Senegal unter

1 Ebend. N. 77 u. 78.
2 Bibl. univ. 1836. T. II. p. 159.
3 Poggendorff Ann. XXVIII. 566.
4 Reise in das Innere von Africa. Aus d. Franz. Weim. 1820. S. 323.

10° N. B. die Regenzeit am Ende des Mai und dauert fast sechs Monate mit unterbrochenen heftigen Gewittern. Dafs die Grenzen der Breite, bis wohin die eigentlichen periodischen Regen reichen, sofern sie mit einer ununterbrochenen Trockenheit wechseln, nicht auf der ganzen Erde gleich sind, unterliegt keinem Zweifel. Zu Macao unter 22° 16' N. B. war die Regenmenge nach einem 17jährigen Durchschnitte im Jan. = 0,68 Z.; im Febr. = 1,53 Z.; im März = 2,00 Z.; im April = 5,21 Z.; im Mai = 11,00 Z.; im Juni = 10,41 Z.; im Juli = 7,25 Z.; im August = 9,29 Z.; im Sept. = 10,25 Z.; im Octob. = 5,17 Z.; im Nov. = 2,31 Z.; im Dec. = 0,93 Zoll, im Ganzen 66,03 Zoll[1]. Hier findet man allerdings ein bedeutendes Uebergewicht des Sommers über den Winter, oder genauer zwei Maxima, eins im Mai und Juni, ein anderes im August und September, dagegen ein Minimum im December und Januar, allein dennoch keinen eigentlichen absoluten Gegensatz von Trockenheit und Regenzeit. Zu Rio de Janeiro sollen nach Freycinet[2] die Regen im April und März am stärksten seyn, im Mittel aus acht Jahren aber 47 Z. 8,17 Lin. Wasser geben; dagegen erzählt Luçcock[3], dafs die periodischen Regen im September mit heftigen Gewittern anfangen und durch den Monat October fortdauern, wobei die schwüle und feuchte Luft leicht Krankheiten erzeugt. Die letztere Angabe stimmt mehr mit der allgemeinen Regel überein, wonach die periodischen Regen erst dann beginnen, wenn die Sonne ihren höchsten Stand bereits erreicht oder überschritten hat. Höher hinauf zu Fernambuco[4] unter 8°,5 S. B. fällt meistens im Januar 14 Tage lang heftiger Regen, aber vom Juni bis Ende August ist die eigentliche Regenzeit. Vom September bis Januar ist es mit Sicherheit trocken, nicht so gewifs vom Februar bis Mai. In Ostindien ist die Regenmenge an den verschiedenen Orten sehr ungleich. Zu Poona (oder Puhna) unter etwa 18° N. B. betrug sie im Mittel aus fünf Jahren von 1826 bis 1830 in den einzelnen Monaten im Januar

---

1 Biblioth. univ. 1834. Août.

2 Voyage T. I. p. 100.

3 Bemerkungen über Rio de Janeiro. D. Ueb. Weim. 1821. S. 80.

4 H. Koster Reise in Brasilien. Aus d. Franz. Weim. 1817. S. 230.

2,29 engl. Z.; im Febr. 0; im März 0,04; im April 1,04; im Mai 8,93; im Juni 28,83; im Juli 27,53; im August 11,32; im September 13,59; im October 17,45; im November 4,52; im December 1,60, also im ganzen Jahre $\frac{117,14}{5} = 23,43$ engl. Zoll, und schwankte zwischen 29,81 und 17,83 Zoll; man kann also im Mittel 23 par. Zoll setzen. Der Juni und Juli sind eigentliche regnerische Monate, an den übrigen fallen nur einzelne Schauer; die gröfste Regenmenge an einem Tage war 2,58 engl. Zoll. Zu Dukhun, gleichfalls etwa unter 18° N. B., betrug sie im Mittel aus 12 Jahren von 1817 bis 1828 nicht weniger als 82,01 engl. Zoll oder 76,94 par. Zoll, zu Bombay aber, unter fast 19° N. B., fiel blofs im Juni bis October Regen, und zwar im Juni 24,29; im Juli 23,56; im August 18,28; im September 13,44 und im October 1,12, also im Ganzen 80,69 engl. Zoll oder 75,71 par. Zoll[1]. Zu Bancoorah unter 23° 20′ N. B. und 272° 47′ westl. L. v. G. beobachtete Macritchie[2] in den Jahren 1827 und 1828 die Regenverhältnisse. Es findet dort nur eine Regenperiode statt, die mit einer Periode von aufserordentlicher Trockne wechselt, an welcher selbst auch kein Thau fällt. Im Februar beginnt die Wärme, steigt zunehmend, wird aber erst von den Nachtgleichen an bedeutend und erreicht im Mai den höchsten Grad. Fast 9 Monate des Jahrs ist die Hitze bei Nacht in der Regel stärker als am Tage und die angenehmste Periode ist etwa 1 Stunde vor Sonnenaufgang. Die Regenzeit beginnt im Juni mit heftigen Gewittern aus Osten, erreicht ihr Maximum im Juli, läfst im August etwas nach und endigt nach einer nochmaligen Zunahme im September auf gleiche Weise, als sie angefangen hat. In den zwei Jahren waren die Regenmengen in engl. Zoll

Monat	1827	1828	Monat	1827	1828
Januar . . .	1,729	1,679	Juli	13,087	8,698
Februar . .	0,000	0,902	August . .	11,676	5,682
März . . .	1,199	0,000	September	12,678	7,272
April . . .	1,336	0,003	October . .	0,584	3,166
Mai	1,765	0,144	November.	0,217	0,601
Juni	9,479	7,368	December	0,478	0,000

1 Sykes in Philos. Trans. 1835.
2 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXVI. p. 337.

Die mittlere jährliche Regenmenge betrug im ersten Jahre 54,228 und im zweiten 35,515 engl. Zoll, beide nicht wenig verschiedene Gröfsen geben im Mittel 44,871 engl. oder 42,103 par. Zoll. Zu Port-Louis auf Isle de France unter 20° 10' S. B. wechselt die Regenmenge sehr und beträgt zwischen 29,25 bis 75,4 par. Zoll in 79 bis 129 Regentagen[1]. Auch auf der Cap-Colonie soll erst in der Mitte des Januar nach vorausgegangener unglaublicher Trockenheit der heftige periodische Regen beginnen[2]. Zu Sidney unweit Port Jackson auf Neuholland unter 32° S. B. ist kein eigentlicher periodischer Wechsel der Regenzeit und Dürre, allein beide folgen im schnellen Wechsel auf einander, denn es herrscht zuweilen eine zehn Monate dauernde, alles verzehrende Trockenkeit, so dafs vieles Vieh verhungert, worauf die alles erfrischenden heftigen Regen eintreten, die ungefähr einen Monat dauern und dann wieder mit der in der Regel statt findenden Dürre wechseln, während welcher meistens einzelne Regenschauer wieder die nöthige Fruchtbarkeit hervorrufen. Die Regen sind stets sehr heftig und erzeugen zuweilen höchst schädliche Ueberschwemmungen[3]. Noch weiter südlich, zu Neu-Süd-Wallis unter 33° 48' 42" S. B. und 150° 1' östl. Länge von Gr., scheint nach Beobachtungen[4], welche mehr als das ganze Jahr 1823 umfassen, die Periodicität des Regens verschwunden, denn die Menge desselben betrug im April 7,215; im Mai 0,556; im Juni 2,59; im Juli 5,618; im Aug. 0,752; im September 0,576; im October 2,812; im November 1,688; im December 0,493; im Januar 1,576; im Februar 1,125 und im März 1,988 engl. Zoll und blofs die ungewöhnliche Menge im April, wenn sie nicht zufällig war, deutet auf tropischen Einflufs. BOUSSINGAULT[5] hatte Gelegenheit, auf seinen Reisen einige interessante Thatsachen in Beziehung auf die tropischen Regen zu sammeln. Hiernach ist es ausgemacht, dafs die Regenmengen unter niederen Breiten während der Nacht gröfser sind, als bei Tage, statt dafs unter höheren das Gegentheil

1 FREYCINET Voyage. T. I. p. 367.

2 BURCHELL's Reisen. Weim. 1822. Th. I. S. 366.

3 JOHN LIDDIARD NICHOLAS Reise nach Neuseeland. Weim. 1819. S. 390.

4 Dublin Philosophical Journal. N. I. p. 150.

5 Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 167.

Regel seyn soll, und zwar war zu Marmato, nach Messungen bei den dortigen Bergwerken angestellt, das Verhältniſs des Tages zur Nacht während der drei Monate October, November, December wie 54 zu 518, also fast wie 1:10. Nicht minder zeigt sich ein bedeutender Einfluſs der Höhe, insofern die Regenmenge mit der Höhe abnimmt. Ebenso scheint auch das Hervorstechende der beiden Regenperioden, die man unter und nahe am Aequator wahrnimmt, mit der Höhe abzunehmen. Sehr interessant sind in dieser Beziehung die genauen, zu Marmato unter 5° 27′ N. B. auf einer Höhe von 1426 Meter und zu Sta. Fé de Bogota unter 4° 36′ N. B. und 2641 Meter Höhe angestellten Messungen. Hiernach waren die Regenmengen in Centimetern

	Marmato 1833	Marmato 1834	Bogota 1807		Marmato 1833	Marmato 1834	Bogota 1807
Januar . .	8,1	1,8	6,6	Juli . . .	0,0	7,8	9,5
Februar .	12,2	5,4	1,7	August .	0,0	2,5	12,3
März . . .	22,1	5,5	0,6	Sept. . .	5,1	13,2	1,8
April . . .	10,2	17,9	6,0	Oct. . . .	9,4	25,7	12,7
Mai	27,9	22,4	15,3	Nov. . .	33,3	17,8	9,5
Juni . . .	23,6	33,4	7,9	Dec. . . .	2,5	17,8	16,4
			zusammen		154,4	171,2	100,3

Auch dort sind die jährlichen Mengen sehr ungleich, woraus man sieht, welche unsichere Resultate die Messungen einzelner Monate geben müssen. Im Mittel beträgt die Regenmenge zu Marmato 162,8 Centimeter (60,15 par. Zoll) und zu Bogota 100,3 Centimeter (37,05 par. Zoll). Auf der nördlichen Halbkugel trifft man selbst unter noch höhern Breiten, z. B. zu Tanger unter 35° 48′ N. B., die periodischen Regen, indem sie dort nach Ali Bei al Abassi[1] mit den Frühlingsnachtgleichen beginnen sollen; an einer andern Stelle heiſst es jedoch, der October sey für Marocco der Regenmonat, so daſs hiernach die beiden in Mittelafrica herrschenden Perioden sich bis dorthin erstrecken müſsten. Auch zu Tunis unter 36° 50′ N. B. soll nach Blanquière[2] die Regenzeit im October

1 Reisen in Africa und Asien. D. Ueb. Weim. 1816. S. 53 u. 173.

2 Briefe aus dem mittelländischen Meere. Weim. 1821. Th. I. S. 30. u. Th. II. S. 31.

anfangen und ebenso zu Tripolis unter 32° 54′ nördlicher Breite.

111) Eine solche doppelte Regenperiode aufserhalb der tropischen Zone, namentlich im südlichen Europa, hat neuerdings Dove[1] nachgewiesen und seine Bemerkungen hierüber verdienen in Beziehung auf die von Gasparin und Kämtz hervorgehobenen Unterschiede der europäischen Regenperioden nähere Berücksichtigung. Nach L. von Buch werden die Winterregen an der Grenze der tropischen Zone und die Herbstregen im südlichen Europa beide durch das Herabsinken der Aequatorialströme an den äufsersten Grenzen der Passate bewirkt. Ist dieses richtig, so müssen die in Europa sich zeigenden stärkeren Regen nach dem Stande der Sonne mehr oder weniger hoch heraufrücken, also im Sommer Mitteleuropa erreichen, im Winter bis zur subtropischen Zone in Nordafrica herabgehn, im südlichen Europa aber mufs neben der Periode der Herbstregen auch noch eine dem Frühling angehörige bemerkbar seyn. Dove[2] findet diese doppelte Periode für Italien an den Orten, denen nördlich ein Gebirge liegt, im März und November und da, wo das Gebirge südlich liegt, im April und October. Es liefse sich dann für die Regenzeiten der gemäfsigten Zone folgendes allgemeine Gesetz aufstellen: „*Die Winterregenzeit an den Grenzen der Tropen tritt,* „*je weiter wir uns von diesen entfernen, immer mehr in zwei,* „*durch schwächere Niederschläge verbundene Maxima aus* „*einander, welche in Deutschland in einem Sommermaxi-* „*mum wieder zusammenfallen, wo also temporäre Regenlo-* „*sigkeit vollkommen aufhört.*“ Gebirgszüge und die vom atlantischen Meere herkommenden Luftströmungen haben hierauf einen unverkennbaren abändernden Einflufs.

112) Die bekannte Erfahrung, dafs die Menge des her-

---

1 Poggendorff Ann. XXXV. 375.

2 Die von ihm benutzten Hülfsmittel sind: Osservazioni meteorologiche fatte nel Reale Osservatorio di Palermo. 1826 — 1829. fol. Opuscolo estratto di Osservazioni meteorol. dal 1782 al 1801. di G. Calandrelli ed A. Conti. Roma 1803. 4. Risultati delle osservazioni meteorol. fatte l'anno 1806, 7, 8 nella specola Pontifica Vaticana da F. L. Gilii. Rom. 1807 — 1809. Effemeridi astronomiche di Milano. Nach einer Stelle in Sprengel's Beiträgen sollen die beiden Perioden sich auch zu Minorca und Palaestina regelmäfsig zeigen.

abfallenden Regens in der Höhe geringer ist, als über der Erdoberfläche, ist durch neue Beobachtungen bestätigt worden, welche W. Gray und John Phillips[1] auf den Wunsch der brittischen Gesellschaft der Naturforscher anstellten. Drei gleiche Regenmafse wurden aufgestellt, das eine auf der Spitze des Münsters zu York 127 par. Fufs hoch, das zweite auf dem Dache des Museums in 68,2 par. Fufs Höhe, das dritte im Garten des Münsters, und die Stadt York hatte man gewählt, weil sie in der Nähe umher frei liegt. Die Regenhöhen in den drei Gefäfsen waren nach englischen Zollen

Zeiten	Mittel Temp.	Münster	Museum	Garten
Im ganzen Jahre	48°,2 F.	15,715	20,182	23,785
7 kälteste Monate (Oct. bis Apr.)	40,8 —	7,089	9,725	12,079
7 wärmste Monate (Apr. bis Oct.)	55,5 —	11,146	13,669	15,666
5 kälteste Monate (Nov. bis März)	39,3 —	4,569	6,414	8,119
5 wärmste Monate (Mai bis Sept.)	58,5 —	8,626	10,457	11,706
Winter	36,3 —	1,626	2,326	3,297
Frühling	47,6 —	3,144	4,202	5,256
Sommer	60,8 —	6,264	7,414	8,121
Herbst	48,3 —	4,681	6,240	7,111

Der Einflufs der Höhe ist nach den Jahreszeiten sehr verschieden, denn wenn vermittelst der Formel

$$u - o = m \sqrt{h},$$

worin u die Regenmenge im Garten, o die in der Höhe h gefundene bezeichnet, der Coefficient m für die einzelnen genannten Perioden gesucht wird, so schwankt er zwischen 3,79 und 1,43. Nennt man aber den mittleren für das ganze Jahr a, so läfst sich m′ für die einzelnen Perioden finden, wenn man

$$m' = \frac{a}{2}\left(\frac{t}{t'} + \frac{t^2}{t'^2}\right)$$

setzt, worin t die mittlere Temperatur des ganzen Jahres, t′ aber die der einzelnen Periode bezeichnet. Als Ursache der zunehmenden Regenmenge betrachten die Beobachter die aus der unteren Luftschicht aufgenommenen Wassertheile. Poggendorff zeigt in einer hinzugesetzten Anmerkung durch Berechnung, dafs in einer Luftschicht von der angenommenen

1 Poggendorff Ann. XXXIII. 215.

Höhe auch beim stärksten Feuchtigkeitszustande eine für den beobachteten Unterschied genügende Wassermenge nicht enthalten seyn könne und dafs daher die Häufigkeit und Dauer des Regens einen entschiedenen Einflufs ausübe. Obgleich dieses wohl gegründet ist, so darf man doch die regnende Luftschicht nicht als eine ruhende betrachten, weil dann weder der obere, noch der untere Theil derselben die beobachteten Regenmengen geben könnten, sondern man mufs berücksichtigen, dafs die durch Vereinigung kälterer und wärmerer Luftmassen gebildeten Wolken während ihres Entstehens fortschreiten und sich ihrer Feuchtigkeit entledigen. Hieraus wird erklärlich, dafs bei einem heftigen Winde am 26. März der Unterschied am stärksten war, denn die Regenhöhe in den drei Gefäfsen betrug 0,041; 0,116 und 0,238 engl. Zoll.

Rücksichtlich der jährlichen Regenmengen an den verschiedenen Orten sind mir noch folgende Bestimmungen bekannt geworden. Zu Marietta unter 39° 25′ N. B. beträgt die Regenmenge 50,25 par. Zoll; zu New-Bettford unter 46° 2′ N. B. und 82° westl. L. beträgt sie 51,00 Zoll; zu Fayetteville unter 42° 58′ N. B. nach Field[1] 55,10 par. Zoll. Die Messungen der Regenmengen zu Freiburg[2] in der Schweiz unter 46° 46′ N. B. beweisen deutlich, wie abweichend die der einzelnen Jahre sehr häufig vom allgemeinen Mittel sind, denn es wurden dort gemessen 40 par. Zoll im Jahr 1828; 46 Z. 9 Lin. im J. 1829; 44 Z. 2 L. im J. 1830; 48 Z. 10 Lin. im J. 1831; 23 Z. 8 Lin. im J. 1832 und 42 Z. 11 Lin. im J. 1833, wovon das Mittel 41,55 Zoll beträgt. Die Regenmengen zu Brüssel und Maestricht kann ich jetzt genauer, als vorher, angeben und für den letzteren Ort einen Fehler[3] verbessern, welcher daraus entstanden ist, dafs die belgischen Zolle, die nur Centimeter sind, für pariser genommen wurden, wonach die Regenhöhe unnatürlich grofs erscheinen mufste. Der genaue Beobachter der meteorischen Phänomene Crahay[4] mafs zu Maestricht von 1824 bis 1826 im Mittel 712,12 Millim.; 1827 war die Regenhöhe = 738,6; 1828 war sie 715,63;

---

1 Silliman Amer. Journ. of Sc. T. XXII. p. 109 u. 298.

2 Bibliothèque univ. 1834. p. 88.

3 S. Art. *Regen*. Bd. VII. S. 1230 und 1313.

4 L'Institut 1833 N. 38.

1829 gab 821,1 und 1830 nur 700,1 Millimeter, im Mittel beträgt sie also 737,71 Millimeter oder 27,26 par. Zoll. Zu Brüssel wurde gemessen im J. 1833 durch Quetelet 881,38 Millim.; 1779 durch Duronneau 794,1 Millim.; 1780 durch Mann 604,9 Millim. und 1787 durch denselben 609,6 Millim. also, wenn die auffallend geringen Angaben des Letzteren für genau gelten, im Mittel 722,37 Millim. oder 26,68 par. Zoll. Zu Wien im botanischen Garten, wofür eine bereits angeführte ältere Bestimmung 16,00 par. Zoll angiebt, erhielt v. Jacquin[1] im Jahre 1832 mit einem Horner'schen Regenmaſse 13,476 Zoll in 63 Regentagen. Zu Cheissac[2] in Cantal im südlichen Frankreich betrug im Jahre 1833 die Regenmenge 36,21 par. Zoll. Zu Castle Toward an der westlichen Küste von Argyle auf der Insel Bute unter 55° 45′ N. B. wurden gemessen durch Kirkman Finlay[3] 43,55 engl. Zoll im J. 1829; 53,70 Z. im J. 1830; 56,05 Z. im J. 1831; 46,25 Z. im J. 1832; 55,40 Z. im J. 1833, also im Mittel aus diesen fünf Jahren 50,99 engl. Zoll oder 47,85 par. Zoll. Im Allgemeinen ist die Regenmenge der einzelnen Monate in den verschiedenen Jahren unter einander ziemlich gleich, um so auffallender muſs es seyn, so bedeutende Verschiedenheiten zu Dublin anzutreffen. Dort wurden nämlich beobachtet[4] in engl. Zoll

	1823	1824		1823	1824
Januar	4,81 e. Z.	1,58 e. Z.	Juli . .	10,02 e. Z.	1,05 e. Z.
Februar	4,62 —	1,94 —	August	4,04 —	1,59 —
März .	4,31 —	1,90 —	Septemb.	3,40 —	2,25 —
April .	7,67 —	1,45 —	October	2,71 —	7,66 —
Mai . .	5,42 —	0,28 —	Novemb.	2,56 —	1,42 —
Juni . .	1,32 —	5,67 —	Decemb.	5,64 —	3,92 —

Die Gesammtmenge von 1823 beträgt 56,52, die von 1824 dagegen nur 30,71 engl. Zoll, also kaum über die Hälfte der ersteren; im Mittel erhält man hieraus 43,615 engl. oder

1 Baumgartner's Zeitschr. Th. II. S. 378.
2 Annales d'Auvergne T. VII. p. 144.
3 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV. p. 145.
4 Dublin philosophical Journal No. I. p. 260.

40,924 par. Zoll. Die Regenmengen von Genf[1] kann ich kaum verbessern, wohl aber nachweisen, daſs die mitgetheilte Angabe sehr genau und die Gröſse wenig veränderlich ist, denn das Mittel aus 40 Jahren von 1796 bis 1835 beträgt genau übereinstimmend 28,51 par. Zoll. Die für den St. Bernhard mitgetheilte Angabe dagegen muſs ich wesentlich verbessern, denn sie beträgt nach einem Mittel aus 18 Jahren von 1818 bis 1835, worunter die des letzten Jahres mit 60 Z. 0,5 Lin. die stärkste war, 55,624 par. Zoll und mit Ausschluſs des letzten Jahres 55,465 par. Zoll. Die folgende Tabelle dient zur Ergänzung der hierüber bereits mitgetheilten.

---

1 Biblioth. univ. 1825. Déc. p. 455.

Orte	Polhöhe	Höhe par. F.	Regenmenge par. Z.	Autoritäten
Bancoorah	23°20′N.	- -	42,10	Macritchie[1]
Bernhard[3], St. .	45 32 —	7668	55,62	- - - -
Bogota (Sta. Fé)	4 36 —	8130	37,05	Caldas[2]
Bombay	19 — —	- -	75,71	Sykes[4]
Brüssel	50 51 —	- -	26,68	Quetelet[5]
Castle Toward .	55 45 —	- -	47,85	Kirkman Finlay[6]
Cheissac[7]	44 54 —	1410	36,21	- - - -
Dublin	53 21 —	- -	40,92	- - - -
Dukhun	18 — —	1700	76,94	Sykes[4]
Fayetteville . . .	42 58 —	- -	55,10	Field[8]
Freiburg[9]	46 46 —	- -	41,55	- - - -
Genf[10]	46 15 —	1252	28,51	- - - -
Macao[11]	22 16 —	- -	66,03	- - - -
Maestricht	50 49 —	- -	27,26	Crahay[5]
Marmato	5 27 —	4390	60,15	Boussingault[8]
Marietta[7]	39 25 —	- -	50,25	- - - -
Neu-Süd-Wallis	33 49 S.	- -	25,32	- - - -
New-Bedford[7] .	46 2 N.	- -	51,00	- - - -
Port-Louis . . .	20 10 S.	- -	52,33	Freycinet[12]
Puhna	18 00 N.	- -	23,00	Sykes[4]
Rio-Janeiro . . .	20 54 S.	- -	47,68	Freycinet[13]
York	53 58 N.	- -	22,52	Phillips[14]

113) Die allgemeinen, die Entstehung des Regens bedingenden Ursachen sind durch Dove† in einer lichtvollen Uebersicht zusammengestellt worden. Aufser den Niederschlägen, die durch das Anstofsen der feuchten Wolken gegen die Gebirge

1 Edinb. New Phil. Journ. N. XXVI. p. 337.
2 Bibl. univ. 1836. T. I. p. 171.
3 Bibl. univ. 1835. Déc. p. 455.
4 Philos. Trans. 1835.
5 L'Institut. 1833. N. 38.
6 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV. p. 145.
7 Annales d'Auvergne. T. VII. p. 144.
8 Silliman Americ. Journ. T. XXII. p. 109. u. 298.
9 Biblioth. univ. 1834. p. 88.
10 Ebend. 1835. Déc. p. 455.
11 Ebend. 1834. Août.
12 Voyage. T. I. p. 367.
13 Voyage. T. I. p. 100.
14 Poggendorff Ann. XXXIII. 215.
† Poggendorff Ann. XXXI. 545.

entstehn, sind zunächst diejenigen zu berücksichtigen, welche durch den aufsteigenden Luftstrom (*Courant ascendant* nach DE SAUSSURE), namentlich in der äquatorischen Zone, in Thälern, die durch steile Bergwände gegen die Winde geschützt sind, und überall da erfolgen, wo durch gleichmäfsige Erwärmung der umgebenden Strecken anhaltende Windstille bei hoher Temperatur herrscht. Unter der Linie sind die hierdurch erzeugten Regen zwar die häufigsten, allein dafs auch solche dort nicht zu den Seltenheiten gehören, die dem Kampfe in verschiedenen Richtungen sich begegnender Luftströmungen ihren Ursprung verdanken, zeigt schon das Umlaufen des Windes durch einen ganzen Kreis in einer und der entgegengesetzten Richtung, welches die Hurricane und Tornados der dortigen Gegenden zu begleiten pflegt. In der gemäfsigten Zone entstehn aber bei weitem die meisten Regen dadurch, dafs wärmere und kältere Luftmassen von ungleichem Gehalte an Feuchtigkeit unter einander gemengt werden, wobei das allgemeine Gesetz herrscht, dafs die kälteren und trockenen, hauptsächlich die nördlichen und östlichen, die unteren Regionen inne haben, die wärmeren und leichteren, südlichen und westlichen aber die oberen. Hierauf beruht zugleich der innige Zusammenhang zwischen den barometrischen Schwankungen, den Windrichtungen und den Temperaturen, wie er von früheren Meteorologen, namentlich DE SAUSSURE[1], bereits durch einige Bemerkungen angedeutet, durch DOVE aber aus 24jährigen Londoner Beobachtungen (von 1807 bis 1830) bestimmt nachgewiesen worden ist. Der Zusammenhang dieser Erscheinungen läfst sich leicht übersehn. Durch die Vereinigung der verschiedenen Luftmassen wird in Folge der Abkühlung der wärmeren, mit Wasserdampf gesättigten ein Niederschlag entstehn, welcher stärker werden mufs, wenn die entstandenen Tropfen in der unteren Luftschicht noch Wasser aufnehmen, im entgegengesetzten Falle aber schwächer. Durch den Zusammenhang, welcher sonach zwischen den Niederschlägen, den Luftströmungen und der hiervon abhängigen Temperatur statt findet, wird die sogenannte *thermische Windrose* bedingt, wobei dann noch der Unterschied zu berücksichtigen ist, welcher davon abhängt, ob nördliche

---

1 Essay sur l'Hygrometrie IV. p. 4.

oder östliche kältere Luftströmungen den südlichen wärmeren und feuchten begegnen und ob die Drehung des Windes von Süd durch West nach Nord oder in umgekehrter Richtung erfolgt. Allgemein ist die Temperatur der Regenwinde im Winter höher, im Sommer tiefer, als die mittlere Temperatur derselben Winde, der Frühling schliefst sich in dieser Hinsicht mehr an den Sommer, der Herbst mehr an den Winter. Ebendaher ist die Temperatur der östlichen Regenwinde höher, der westlichen dagegen tiefer, als die derselben Winde im Mittel.

Ueber die *Temperatur*, den *Thau*, die *Winde*, die *Wolken* und das *Thierkreislicht* oder *Zodikal-Licht*, wenn man Letzteres gleichfalls in den Bereich der Meteorologie ziehn will, wird am gehörigen Orte gehandelt werden.

IV. Allgemeine Betrachtungen über den Gang der Witterung und die sie bedingenden Ursachen.

Die Meteorologie ist eigentlich weit mehr zusammengesetzt und ungleich schwieriger, als man gemeiniglich glaubt; es ist kaum möglich, durch theoretisches Studium sie genau kennen zu lernen, wenn man damit nicht zugleich praktische Beobachtungen anzustellen veranlafst wird und diese eine längere Zeit anhaltend fortsetzt. Das, was in den vorigen Abschnitten über diesen Theil der physikalischen Wissenschaften mitgetheilt worden ist, die vorhandenen gehaltreichen Abhandlungen, die zahlreichen, tief in das Wesen der Sache eingehenden Untersuchungen einzelner Meteore und einige grofsen Scharfsinn und viele Gelehrsamkeit zeigende Werke, unter denen die Meteorologie von Kämtz den ersten Platz einnimmt, zeigen genügend, dafs dieses Feld keineswegs vernachlässigt und dafs die Theorie der meteorischen Phänomene durch den Fleifs zahlreicher Gelehrten ausnehmend gefördert worden ist, allein dennoch bleibt noch vieles dunkel, und die Bedingungen der Witterung sind so zahlreich und verwickelt, dafs meistens nur eine langjährige Erfahrung namentlich Schäfern, Fischern und Schiffern die erforderlichen Mittel darbietet, den Gang derselben an einzelnen Orten mit einiger Si-

cherheit vorauszubestimmen. Dieses läfst sich nicht theoretisch erlernen, es mufs durch praktische Uebung erlangt werden, und die Meteorologie als Wissenschaft pflegt sich daher zu beschränken, nur den Zusammenhang der meteorischen Erscheinungen unter sich und ihre in dem weit verbreiteten Luftmeere liegenden Ursachen aufzusuchen, zugleich aber auch die Mittel anzugeben, unsere Kenntnifs der vielfach verwickelten Processe zu befördern.

114) Meteorologische Register gewähren vorzüglichen Nutzen, wenn sie gehörig vollständig[1], aber auch nicht von zu grofser Ausdehnung sind, so dafs sie den künftigen Forscher durch die Masse erdrücken; denn wie sehr diese letztere anwachsen müsse, ergiebt sich schon daraus, dafs 4 bis 5 der nöthigsten Beobachtungen, dreimal täglich aufgezeichnet, in einem einzigen Jahre 4380 oder 5475 einzelne Angaben betragen, mithin nach 10 Jahren zu 43000 bis 54000 anwachsen. Da die Witterung sich jeden Augenblick ändern kann und hierin an gar keine feste Zeit gebunden ist und da man über die gröfsere oder geringere Bedeutsamkeit der verschiedenen meteorologischen Phänomene und dessen, was hiermit in Verbindung steht, noch keineswegs bestimmt entschieden hat, so ist die Menge der täglich aufzuzeichnenden Beobachtungen und die Summe der in diesen Bereich zu ziehenden Erscheinungen willkürlich und sowohl die gewählten Zeiten, als auch die Zahl der aufzuzeichnenden Phänomene hängen von der durch äufsere Umstände bedingten Willkür des einzelnen Beobachters ab. So viel ist wohl gewifs, dafs nächtliche Beobachtungen denen am Tage rücksichtlich ihres Werthes kaum oder überall nicht nachstehn, allein beide zu vereinigen liegt aufser der Möglichkeit des einzelnen Beobachters, wenn er auch noch so sehr, wie Kämtz bemerkt, ein Sclav seiner Instrumente werden wollte. Sehr nützlich ist es aber, bei aufsergewöhnlichen und nicht leicht wiederkehrenden Gelegenheiten einen oder einige Monate lang stündlich aufzuzeichnen, wie dieses am vollständigsten bei der Krusenstern'schen, minder vollständig, aber längere Zeit anhaltend, bei Ross'ens und Parry's Expeditionen geschehn ist. Ein

1 Ueber deren Form und Inhalt s. Transact. of the New-York philos. Soc. T. I. p. 341.

anderes, ungleich leichteres, aber wegen seiner weiteren Ausbreitung anderweitig wichtiges Hülfsmittel, zur Aufhellung schwieriger Aufgaben zu gelangen, besteht darin, gewisse einzelne Tage zu verabreden und an diesen an verschiedenen weit von einander entlegenen Orten stündlich aufzuzeichnen, wie dieses bereits durch Brewster[1] und 1823 für einige Monate mit specieller Beziehung auf das Barometer durch die Berliner Akademie veranlafst wurde. Aus den oben mitgetheilten Untersuchungen über die unregelmäfsigen Barometer-Oscillationen, aus den früheren über die Regenverhältnisse und aus den zu seiner Zeit noch anzustellenden über die Temperaturen geht genügend hervor, von welcher Wichtigkeit gewisse allgemeine Luftströmungen für die meisten meteorologischen Phänomene sind, so dafs es sich allerdings der Mühe lohnt, diese näher ins Auge zu fassen. Neuerdings hat Herschel[2] sich durch vergleichende Beobachtungen in Indien und auf dem Cap von einer dort statt findenden allgemeinen Bewegung der Atmosphäre überzeugt, und es ist erfreulich zu erfahren, dafs auf Veranlassung der africanischen Gesellschaft am 21. März, 21. Jun., 21. Sept. und 21. Dec. von Morgens 6 Uhr bis am andern Tage Abends um 6 Uhr stündliche Beobachtungen angestellt werden.

115) Das Aufzeichnen der meteorologischen Beobachtungen kann in der Regel nur als ein Nebengeschäft betrachtet werden, und jeder wählt daher diejenige Zeit, die ihm bei seinen sonstigen Arbeiten und nach der Localität am gelegensten ist. Häufig werden bei drei täglichen Aufzeichnungen die beiden Stunden um 9 Uhr und dann etwa um 2 Uhr Nachmittags gewählt. Wird vorzugsweise der Gang der Temperatur berücksichtigt, so geben die beiden ersten Stunden am besten die mittlere Wärme und die letztere meistens das Maximum; berücksichtigt man mehr die regelmäfsigen Barometerschwankungen, so sind nach Kämtz[3] die Stunden 4^h, 10^h, 16^h und 22^h, oder 4 und 10 Uhr Morgens und Abends des bürgerlichen Tages, am geeignetsten, die zugleich auch die mittlere Temperatur sehr genau geben. Verlangt man zunächst

1 Edinb. Journ. of Science. N. XI. p. 144.
2 L'Institut. 1835. N. III. p. 208.
3 Meteorologie. Th. II. S. 264 u. 286.

den mittleren Barometerstand zu wissen, so ist Mittags oder um 12½ Uhr ungefähr eine passende Zeit. Inzwischen sind die regelmäſsigen, ohnehin unter höheren Breiten nur geringen, barometrischen Oscillationen bereits sehr genau bekannt, und Dove[1] bemerkt mit Recht, daſs sie im Grunde weniger Aufmerksamkeit verdienen, als die unregelmäſsigen, deren Zusammenhang mit den Luftströmungen zur genauen Erforschung der barometrischen Windrose ein wesentliches Element darbietet. Der gewöhnliche Beobachter wird nicht leicht über ein viermaliges tägliches Aufzeichnen hinausgehn und die hierzu oder zu einer dreimaligen, zweimaligen oder einmaligen Aufzeichnung gewählten Zeiten werden jedenfalls durch die Convenienz und Bequemlichkeit jedes Einzelnen bestimmt werden; dabei wäre es aber gewiſs sehr wünschenswerth, wenn diejenigen, die ihr Barometer im Zimmer oder so in der Nähe haben, daſs die Beobachtung keinen zu groſsen Zeitaufwand erfordert, zwei Rubriken für den täglichen höchsten und niedrigsten Stand auszufüllen sich die Mühe nähmen. Rücksichtlich der Temperatur ist es wohl von gröſster Wichtigkeit, die mittlere des Ortes zu kennen. Wie diese genau zu finden sey, wird im Art. *Temperatur* ausführlich gezeigt werden; vorläufig genügt die Bemerkung, daſs hierzu die beiden Stunden um 9 Uhr sehr zweckmäſsig sind, und da es zur Erleichterung des Gedächtnisses angemessen ist, die verschiedenen Aufzeichnungen gleichzeitig vorzunehmen, so hat dieser Umstand wohl zunächst die Wahl der beiden Stunden um 9 Uhr, nebst einer dritten, etwa um 2 Uhr, zur Erhaltung des Maximums, veranlaſst. Dabei ist es leicht und nützlich, durch Benutzung eines Rutherford'schen Thermometers zugleich das Maximum und Minimum aufzuzeichnen. Die Regentage und Regenmengen werden meistens nur oberflächlich notirt, und die meisten begnügen sich damit, die monatlichen Höhen der meteorischen Niederschläge nach einem nicht eben zweckmäſsig eingerichteten Regenmaſse aufzuzeichnen. Billig verdienten diese Bestimmungen eine gröſsere Sorgfalt, als welche ihnen bisher geschenkt wurde, was sich erst dann erwarten läſst, wenn zweckmäſsigere Regenmaſse, etwa die Horner'schen, allgemeiner eingeführt werden. Eine ge-

---

1 Poggendorff Ann. XXXI. 519.

nauere Kenntnifs der Regenverhältnisse gegebener Orte ist aufserdem für die Landwirthschaft von grofser Wichtigkeit. Die Aufzeichnung des *Hygrometers* ist allerdings nützlich, denn die Kenntnifs des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre gehört mit zur Uebersicht und Beurtheilung der gesammten Witterungsverhältnisse, auch ist das *Psychrometer* ein leicht zu beobachtender, die Richtigkeit seines Ganges nicht ändernder Apparat, und in dieser Hinsicht den sonstigen Hygrometern, hinsichtlich der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit beim Gebrauche aber ein dem Daniell'schen weit vorzuziehender Apparat. Dabei ist es von grofsem Interesse, den täglichen Gang der Feuchtigkeit nicht blofs an einem gewissen Tage, sondern unter verschiedenen Bedingungen, als zur Zeit grofser oder geringer Trockenheit, in den verschiedenen Jahreszeiten, vor und nach einem Regen oder einem Gewitter u. s. w. kennen zu lernen, und hierzu ist dann eine stündliche Aufzeichnung nicht blofs am Tage, sondern auch bei Nacht erforderlich. Diese läfst sich jedoch nicht bewerkstelligen und würde auf jeden Fall einen unverhältnifsmäfsigen Aufwand erfordern, vielmehr genügt es, mit den übrigen täglichen Aufzeichnungen auch die des Psychrometerstandes zu verbinden, wofür mit Rücksicht auf die Convenienz des Beobachters eine frühe Morgenstunde, eine um die Mittagszeit und eine am Abend am passendsten sind; jedoch ist es wünschenswerth, in einigen aufsergewöhnlichen Fällen die etwa gegebene Mufse auf stündliche Aufzeichnungen zu verwenden. Bei weitem den wichtigsten Theil der meteorologischen Beobachtungen, zugleich aber auch den schwierigsten und unsichersten, machen die Windrichtungen aus, da man sich in der Regel blofs auf diese ohne Rücksicht auf die Stärke der Winde zu beschränken pflegt. Zuvörderst ist der eigentliche Stand der Windfahnen, wenn sie nicht mit durchgehenden Stangen und einem daran befestigten Zeiger versehn sind, besonders aus der Entfernung schwer zu erkennen, dann aber ist die durch die Windfahne angegebene Richtung nicht leicht eine längere Zeit bleibend, sondern wechselt, hauptsächlich bei stärkeren Winden, häufig in einem Umfange von selbst 90 Graden, endlich aber wird die angezeigte Windrichtung häufig durch örtliche Ursachen, als Gebirgszüge und in Städten selbst durch die Lage hoher Häuser, abgeändert, so dafs hieraus leicht nicht blofs einzelne Irrthümer entstehn können,

sondern durch ungünstige Umstände sogar ganz falsche Re
tate erhalten werden. Grofse Vorzüge gewähren daher
an hoch und frei liegenden Orten angestellten Beobachtun
Es lassen sich für diese nicht füglich passende Stunden
setzen, weil die Veränderungen der Richtung oft schnell
einander folgen, zuweilen in längeren Zeiten nicht statt
den, indem beständige Winde mit veränderlichen reg
wechseln. Da, wo es an Zeit nicht fehlt, ist es daher am
eignetsten, die jederzeitigen Veränderungen mit Angabe
Stunde anzumerken, wie dieses beim Winteraufenthalte
Cap. Ross zu Bootia Felix geschehn ist, allein solche b
günstige Umstände sind nicht leicht zu erhalten und e
daher schon viel gewonnen, wenn nur täglich ein- oder
chemal die Windrichtung genau aufgezeichnet wird[1].
unwichtig ist es sicher, hiermit eine Angabe der Richtun
Wolken, mit Unterscheidung der oberen und unteren, zu
binden; denn hieraus läfst sich auf die herrschenden
strömungen schliefsen, und es ist in den bisherigen Unt
chungen häufig angedeutet worden, von welcher Wicht
diese für die gesammte Witterungskunde sind.

Aufser dem Barometer- und Thermometer-Stande,
Windrichtung und meistens auch den Angaben des Hyg
ters pflegen die meteorologischen Register noch eine den
stigen Meteoren gewidmete Rubrik zu enthalten, wori
unregelmäfsigen Phänomene aufgezeichnet werden. Dahi
hört vorzüglich die wechselnde Bedecktheit des Himmel
man gewöhnlich der Kürze wegen durch Zahlen angiebt, s
0 völlige Heiterkeit und mit den zwischenliegenden 1,
die Zahl 4 gänzliche Bedecktheit mit Wolken bezeichnet
nächst gehören dann dahin die Hydrometeore, als Nebel
gen, mit specieller Bezeichnung der Gewitter, Schnee,
und Reif. Zuweilen fügt man noch eine Bezeichnung d
stalt der Wolken hinzu und nur wenige lassen au
wöhnliche Meteore, als Feuerkugeln und Nordlichter,
merkt vorübergehn. Die magnetischen Beobachtungen g

1 Ein ausnehmend grofser Schatz ist nach einigen mir
gewordenen Aeufserungen in den Beobachtungs-Registern en
welche von den Capitains der englischen Schiffe stets ausgef
an die Admiralität abgegeben werden.

eigentlich nicht in das Gebiet der Meteorologie, sie pflegen jedoch häufig den meteorologischen Registern angehängt zu werden.

116) Es giebt verschiedene theils ältere meteorologische Register, aus denen die Thatsachen zur Begründung der allgemeinen Witterungsgesetze entnommen werden. Da die meisten derselben bereits gelegentlich erwähnt wurden, so würde es unnöthiger Aufwand seyn, sie hier nochmals zusammenzustellen; einige derselben verdienen jedoch vorzugsweise hervorgehoben zu werden. Dahin gehören die reichhaltigsten unter allen, die der Mannheimer meteorologischen Gesellschaft[1], die der baierschen Akademie[2], die durch vorzügliche Vollständigkeit und Genauigkeit ausgezeichneten Apenrader Beobachtungen[3], die durch Quetelet[4] zusammengestellten älteren und neuerdings fortgesetzten belgischen, die des Canonicus Stark[5] zu Augsburg, die schätzbaren Uebersichten der Witterung, welche Schübler[6] von 1825 an bis an seinen im Sommer 1834 erfolgten Tod herausgegeben hat und die vermuthlich noch ferner fortgesetzt werden, und mehrere andere. Auch im Auslande sind verschiedene erschienen, z. B. von J. Lovell[7] in Nordamerica und von Dorta[8] zu Rio de Janeiro. Häufig sind meteorologische Register den Zeitschriften angehängt, als die Beobachtungen zu Genf und auf dem St. Bernhard der Bibliothèque universelle, die von Placidus

---

1 Ephemerides Soc. meteorol. Palatinae 1783 bis 1794. gr. 4. Dazu Hemmer descriptio instrum. Soc. met. Palat. Mannh. 1782.

2 Meteorologische Ephemeriden der baierischen Acad. d. Wissensch. Münch. 1781 bis 87. 4.

3 Collectanea meteorologica sub auspiciis Societatis Scient. Danicae edita. Fasc. I. Hafniae 1829. gr. 4.

4 Aperçu historique des observations de Météorologie faites en Belgique jusqu'à ce jour. Bruxelles 1834. 4.

5 Meteorologische Jahrbücher. Augsb. 1813 und mehrere folgende Jahrgänge.

6 Correspondenzblatt des würtembergischen landwirthschaftlichen Vereins 1825 u. f. Jahre. Lehrreiche Vergleichungen finden sich in den Jahrgängen 1829 und 1830.

7 Meteorological Register for 1822, 1823, 1824 u. 1825 cet. prepared by J. Lovell. Washingt. 1826. 4.

8 Memorias da Acad. Real das Sciencias de Lisboa. T. I. No. 14. T. II. No. 16.

Heinrich dem Jahrbuche von Schweigger, mehrjährige von Winkler zu Halle den Gilbert'schen Annalen, die der Londoner Societät ihren Transactionen, die der Pariser Sternwarte den französischen Annalen für Chemie und Physik, und so findet man ausserdem mehrere in England geführte Beobachtungs-Register in englischen Zeitschriften, die aus Frankreich in französischen, die aus America in americanischen u. s. w. Zuweilen werden einzelne ausgezeichnete Jahre oder merkwürdige Gegenden einzeln beschrieben, als die Witterung des Jahres 1783 von Gronau[1], Fischer[2] und Brandes[3], des Jahres 1829 von Schübler[4], des heissen Sommers 1811 von Pfaff[5], die Witterungsverhältnisse zu Madagascar[6] und andere mehr.

117) Will man den inneren Zusammenhang der meteorologischen Phänomene übersehn, so müssen vor allen Dingen die Ursachen aufgesucht werden, die auf sie bedingend einwirken. In dieser Beziehung ist es zuerst von grosser Wichtigkeit zu entscheiden, ob unsere Erde mit der sie umgebenden Atmosphäre unter dem Einflusse anderer Himmelskörper stehe. Wenn man berücksichtigt, dass die älteren Kalender zugleich die Witterung aus astrologischen Gründen vorher verkündigten, so darf man sich nicht wundern, dass der Glaube an den Einfluss der Gestirne auf die Meteore sehr allgemein verbreitet war. In den neueren Zeiten, als sich die Meteorologie durch Toaldo, Cotte, Gronau, de Saussure, de Luc und andere neu gestaltete, beschränkte man sich zunächst nur auf den Einfluss des Mondes, den man im Ganzen für ausnehmend bedeutend ansah, bis ebendiese und ihnen zunächst folgende Untersuchungen diesen Trabanten der Erde fast gänzlich ausser den Besitz von Kräften setzten, die man ihm so lange gutwillig zugestanden hatte. Wenn man den Geist und die Tendenz der Verhandlungen hierüber und überhaupt die Gestaltung

1 Neue Schriften d. Berliner Ges. Naturf. Freunde. Th. III. S. 129.

2 Ebend. Th. IV. S. 249.

3 Beiträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8.

4 Correspondenzblatt des würtemb. landwirthschaftl. Vereins. Th. XVIII. S. 119.

5 Ueber den heissen Sommer 1811. Kiel 1812. 8.

6 Journ. of the Royal Instit. N. I. p. 29.

der physikalischen Wissenschaften berücksichtigt, so mufs man sich in der That wundern, dafs der Glaube an astrologische Einflüsse der Planeten und Fixsterne, ja sogar unbekannter kosmischer Potenzen, eines Weltäthers und dergleichen, auf den Gang der Witterung noch in diesem Jahrhunderte einige Anhänger fand. Als solche können genannt werden HABERLE[1], STARK[2], ELLINGER[3] und hauptsächlich KASTNER[4]. Auch RUMI[5] legt nicht blofs den Planeten einen merklichen Einflufs auf die Meteore bei, sondern leitet auch die grofse Ueberschwemmung in Ungarn im Jahre 1813 von einer Einwirkung des grofsen Kometen von 1811 her. Allerdings ist es vielen aufgefallen, dafs das Erscheinen dieser ohnehin räthselhaften Himmelkörper namentlich in den Jahren 1807, 1811 und 1819 mit ungewöhnlich heifsen Sommern zusammenfiel, allein theils waren gerade diese Kometen nur ungewöhnlich grofse oder der Erde sehr nahe kommende, die man daher vorzugsweise vor andern, welche alle Jahre, mitunter sogar in der Mehrzahl, ihren Lauf um die Sonne vollenden, zu beachten veranlafst wurde, theils hat das Zusammentreffen eines im Ganzen kühlen und nassen Sommers im Jahre 1835 mit der Wiederkehr des berühmten Halley'schen Kometen die Nichtigkeit einer auf frühere Erfahrungen gebauten Regel genugsam dargethan.

118) Suchen wir die Frage über den Einflufs aufserirdischer Potenzen auf die meteorologischen Phänomene im Geiste ruhiger physikalischer Forschungen zu beantworten, vermeiden wir es, durch eine ungezügelte Phantasie die Einwirkung von Kräften anzunehmen, deren Nichtexistenz eben deswegen nicht zur Evidenz bewiesen werden kann, weil ihre eigentliche Wesenheit überall nicht genau bestimmt wird, und halten wir uns schulgerecht blofs an dasjenige, was übereinstimmend mit anderweitigen wohlbegründeten Naturgesetzen aus bewährten Erfahrungen folgt, so gelangen wir zu folgenden,

---

1 Meteorologisches Jahrbuch zur Beförderung u. s. w. Weimar 1810. und andere meteorol. Schriften dieses Verf.

2 Beschreibung der meteorol. Instrumente u. s. w. Augsb. 1815.

3 Beiträge über den Einflufs der Himmelskörper auf unsere Atmosphäre. München 1814.

4 Handbuch der Meteorologie. Erlangen 1823 — 1826. 2 Th. 8.

5 Wiener Zeitschrift. Th. V. S. 175.

durch grofse Mühe und beharrliche Anstrengung vieler Gelehrten aufgefundenen Resultaten. Zuvörderst ist der Einflufs der Sonne vermöge ihres allbelebenden Lichtes und der gespendeten Wärme niemals zweifelhaft gewesen[1], die vielbestrittene Einwirkung des Mondes dagegen erfordert eine specielle Untersuchung. Aufserdem aber sind alle meteorischen Phänomene, wenn wir die Sternschnuppen, Feuerkugeln und die aus ihnen herabkommenden Meteorsteine als entschieden kosmisch ausnehmen und ein entscheidendes Urtheil über das Zodiakal-Licht und allenfalls auch das Nordlicht einstweilen zurückhalten, auf die Grenzen unserer Atmosphäre beschränkt, die in Gemäfsheit der Resultate aller Untersuchung viel zu niedrig gefunden wurden, als dafs irgend einer der Planeten, noch weniger aber der in wahrhaft unermefslicher Ferne befindlichen Fixsterne einen Einflufs darauf äufsern könnte, und auch von den Kometen ist bisher keiner der Erde so nahe gekommen, dafs eine nachweisbare Einwirkung desselben factisch begründet wäre, auf blofse Möglichkeiten und unbestimmte Conjecturen darf sich aber kein Physiker in seinem eigenthümlichen, ohnehin an dem mit Gewifsheit Gegebenen so reichhaltigen Gebiete einlassen.

119) Ein stark bedingender Einflufs des Mondes ist von den ältesten Zeiten her so allgemein angenommen worden, dafs viele nicht ohne einiges unverkennbares Gewicht hieraus ein Argument für die Wahrheit der Hypothese hergenommen haben, weil dem sogenannten Volksglauben meistens etwas zum Grunde zu liegen pflegt. Schon VIRGIL[2] glaubte an eine innige Verbindung zwischen den Mondwechseln und der Witterung und so herrscht noch bis jetzt der Glaube sehr allgemein, dafs beide im genauesten Zusammenhange stehn, denn man erwartet die Wetterveränderungen meistens mit dem Eintritte der Mondperioden. Manche partielle, im Volke herrschende Vorstellungen verdienen kaum erwähnt zu werden, z. B. dafs bei

---

1 Vergl. Art. *Sonne.*

2 Georg. L. I. v. 432. sagt von den Mondphasen:

Sin ortu quarto (namque is certissimus auctor)
Pura, neque obtusis per coelum cornibus, ibit,
Totus et ille dies et qui nascentur ab illo
Exactum ad mensem pluvia ventisque carebunt.

trübem Himmel, wenn man Regen erwartet, die Wolken durch den aufgehenden Mond zerstreut würden und dafs das helle Mondlicht in den Monaten April und Mai die Pflanzen verderbe[1]. Einige Gelehrte schlugen vor, die Stellungen der Sonne und des Mondes mit den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen in Verbindung zu bringen und hierauf eine, den astronomischen Vorherbestimmungen ähnliche Witterungskunde zu gründen. Toaldo[2] stellte einige hierauf bezügliche Aphorismen auf, Lambert[3] machte bestimmtere Vorschläge und Gatterer[4] berechnete Tabellen, die auf den Stand der Sonne und des Mondes als Hauptbedingungen gegründet waren, nahm dann ein meteorologisches Grundjahr an, wozu ihm seine eigenen vom 8. Nov. 1779 bis zum 18. Nov. 1780 fast stündlich angestellten Beobachtungen dienten, und glaubte hierdurch zur Erzielung eines meteorologischen Kalenders zu gelangen. Am vollständigsten wurde das System vom Einflusse des Mondes durch Toaldo[5] begründet. Hiernach existiren zehn bedingende Mondpuncte, nämlich vier Mondphasen, die Erdnähe und Erdferne, die beiden Durchgänge durch den Aequator und die beiden Abweichungen dieses Trabanten. Mit seltener Ausnahme soll jede Wetterveränderung mit einem dieser Mondpuncte zusammenfallen, das Zusammenfallen mehrerer verstärkt die Wirkung, vorzüglich das Zusammenfallen der Syzygien mit der Erdnähe und Erdferne. Die Erdnähen, Neu- und Vollmonde, die Durchgänge durch den Aequator und die nördliche Mondwende sollen mehr zu schlechtem, die Erdferne, die Quadraturen und die südliche Mondwende sollen mehr zu gutem Wetter disponiren. Nicht auf die Tage der Mondpuncte fallen die Wetterveränderungen, sondern eilen in den sechs Wintermonaten voraus, und folgen in den sechs Sommermonaten nach. Auch die Octanten leiten die Wechsel ein und man kann von ihnen auf die künftigen Veränderungen schliefsen, bleibt aber

1 Arago Unterhaltungen aus dem Gebiete der Naturkunde. Uebers. von Remy. Stuttg. 1836. S. 229.

2 Journ. de Phys. 1785. Nov. p. 388.

3 Nouv. Mém. de Berlin 1771. p. 60.

4 Lichtenberg's Magaz. für das Neueste aus d. Phys. Th. I. St. 2. S. 1.

5 Saggio meteorologico. In Padová 1771. 4.

das Wetter am 4., 5. und 6. Tage des Mondpunctes unverändert, so hält es sich bis zum Vollmonde oder nächsten Neumonde. Aufser vielen speciellen Regeln, die sich auf die Tagsstunden der Mondperioden beziehn, sollen auch die schlimmsten Jahre dann eintreten, wenn die Mondapsiden in die vier Cardinalpuncte des Thierkreises fallen, gute dagegen, wenn sie in die Zeichen des Stiers, Löwen, der Jungfrau und des Wassermanns fallen. Hiernach sind sich die achtzehnten Jahre ähnlich, aber das 54ste Jahr kommt dem ersten unter allen am nächsten, weil darin die meisten Mondpuncte wiederkommen. Nimmt man zu diesen Combinationen noch die vielen hier übergangenen, so wird ihre Zahl so grofs, dafs allenfalls auf jeden Tag eine oder einige fallen und man also jede Veränderung des Wetters in dieses System zwängen kann, eine nothwendige Folge davon, dafs Toaldo alle aus funfzigjährigen Beobachtungen entnommenen Regellosigkeiten zu vereinigen und unter feste Regeln zu bringen sich bemühte. Auch Gatterer gelangte durch die zahllosen eingeschobenen Epakten zu Perioden, die für den Mond 350 und für die Sonne 400 Jahre betragen sollten.

120) Der Glaube an einen bestimmten Einflufs der Mondphasen, insofern die Veränderungen des Wetters daran gebunden seyn sollten, mufste bei denen bald wankend werden, die meteorologische Register führten oder nachsahen und dadurch das keineswegs regelmäfsige Zusammentreffen beider gewahrten; inzwischen wollten die eigentlichen Meteorologen die Sache nicht ganz aufgeben und kamen daher auf einen mit der Mondperiode regelmäfsig wiederkehrenden Wechsel, die bekannte 19jährige, vom Stande des Mondes zur Sonne abhängige Periode zurück. Unter die Vertheidiger dieser Hypothese gehören vorzüglich Hanow [1], Toaldo [2], durch welchen sie in Folge praktischer Anwendungen allgemeinere Bekanntwerdung erhielt, Lamark [3], welcher sie sehr lebhaft ver-

1 Wittenberger Wochenblatt. 1768. S. 5.

2 Witterungslehre für den Feldbau. Uebers. von Steudel. 3te Aufl. Berl. 1786. Journ. de Phys. T. XIII. p. 44.

3 Journ. de Phys. T. XLVI. p. 428. T. LII. p. 296. T. LIII. p. 277. Annuaire météorologique pour l'an XIV. Par. 1805. G. VI. 204.

theidigte, und Cotte[1], dessen unübersehbar reichhaltige gesammte eigene und fremde Beobachtungen ihr eine vorzügliche Stütze gewährten. Hauptsächlich nach eigenen 30jährigen Beobachtungen spricht er zuerst den Phasenveränderungen des Mondes allen Einflufs ab, leugnet, dafs nach Kirwan's Annahme der Sommer das Prognosticon des Winters gebe, und erklärt sich gegen einen erkältenden Einflufs der Sonnenflecken, jedoch vertheidigt er die 19jährige Periode und bestimmt hiernach den allgemeinen Charakter der Witterung im voraus, die jedoch keineswegs seiner Bestimmung gemäfs erfolgte, denn danach mufste der November des Jahres 1812 kalt und feucht seyn, er war aber anfangs warm, dann kalt und trocken; der December sollte mild und feucht seyn, war aber kalt und trocken, der Januar 1813 sollte mild und trocken seyn, war aber mild und nafs. Auf gleiche Weise, als hier in Beziehung auf Cotte's 19jährige Periode geschehn ist, widerlegte dieser die von Lamark aufgestellte Theorie aus der Erfahrung[2], und so läfst sich auch leicht zeigen, dafs Kratzenstein's[3] Resultate auf falschen Voraussetzungen beruhn. Man begnügte sich zuweilen nicht damit, einen Einflufs des Mondes auf die Witterung anzunehmen, sondern legte diesen Trabanten auch eine Einwirkung auf das Gedeihen der Pflanzen und den Gesundheitszustand der Menschen und Thiere bei. Aus den astrologischen Kalendern erhielten sich die Vorurtheile, dafs Sämereien und Pflanzen bei zunehmendem Monde ein besseres Gedeihen zeigten, als bei abnehmendem. Nach einem noch fortwährend herrschenden Glauben sollen Haare, Nägel, Hühneraugen u. s. w. stärker wieder wachsen, wenn sie bei zunehmendem Monde geschnitten werden, als wenn dieses bei abnehmendem geschieht, mehrere Krankheiten sollen mit den Wechseln dieses Trabanten sich gleichfalls verändern und insbesondere sollen selbst nach Reil die Matrosen in Batavia durch das Schlafen im Mondschein die Tagblindheit bekommen. Unter vielen andern hat namentlich

1 Traité de météorologie. Par. 1774. 4. Eb. 1789. 2 Voll. 4. Journ. de Phys. XX. p. 249. LXI. p. 129.

2 Journ. de Phys. T. VII. p. 358. G. VI. 217.

3 Abhandlung von dem Einflusse des Monds in die Witterung. Halle 1771.

Mead[1] die Wirkungen des Mondes auf den menschlichen Körper und die durch ihn bewirkten Veränderungen der Krankheiten aufgezählt, hauptsächlich aber rühren von Balfour[2] die vielen Erzählungen von denjenigen Krankheiten her, welche namentlich in Ostindien durch den Mondschein, hauptsächlich das Schlafen in demselben, angeblich erzeugt werden. Die Autorität des Letzteren wurde häufig als beweisend gegen diejenigen gebraucht, die solche Wirkungen zu bezweifeln geneigt waren, denn die zahlreichen älteren Zeugnisse schienen mehr auf einem veralteten Vorurtheile zu beruhn, z. B. des Sanctorius[3], wonach die Menschen mit dem Mondwechsel an Gewicht zu- und abnehmen sollen, des Lucilius bekannte Behauptung, dafs Krebse und Austern beim Vollmonde am fettesten gefunden würden, und andere mehr. Auch über den Einflufs des Mondes auf den Verlauf der Krankheiten fehlte es an vorgeblichen Thatsachen nicht, jedoch stimmten die Behauptungen nicht mit einander überein. So versichert Diemerbroek, dafs die im J. 1636 zu Nimwegen herrschende Pest beim Vollmonde, Ramuzzini dagegen, dafs das pestartige Fleckfieber, welches 1692, 1693 und 1694 in Oberitalien herrschte, bei abnehmendem Monde sich am gefährlichsten gezeigt habe und bei einer Mondfinsternifs am 21. Jan. 1693 seyen sogar ungewöhnlich viele Patienten daran gestorben[4]. Der früher allgemein herrschende Glaube an einen sehr merklichen Einflufs des Mondes auf die Gesundheit der Menschen und Thiere, die Vegetation der Gewächse und hauptsächlich auf die Witterung erhielt sich fortdauernd bei der gröfseren Menge, fand aber auch selbst dann noch Anhänger unter den Gelehrten, als die Physik strenger wissenschaftlich bearbeitet wurde und man nicht leicht ein Naturgesetz als richtig anerkannte, ohne den inneren Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung bei demselben nachzuweisen, was rücksichtlich

---

1 De imperio Solis et Lunae in corpus humanum cet. Amst. 1710. 8. Auch in dessen Mechanica expositio Venenorum. Lugd. Bat. 1737.

2 Ueber den Einflufs des Mondes auf Fieber. Strafsb. 1786. 8. Spätere Abhandl. desselben in Asiatic Res. Calcutta 1805. T. VIII. p. 518. Biblioth. Brit. T. XXXIX. p. 330.

3 De statica medicina aphorismorum sect. septem. Patav. 1710.

4 Olbers in Zeitschrift für Astronomie. Th. V. S. 234.

auf den Einflufs des Mondes unmöglich blieb. So leitet Dr. Allen[1] die Periodicität verschiedener Krankheiten vom Kreislaufe der Himmelskörper, hauptsächlich des Mondes ab und will auch den Einflufs des letzteren auf die Perioden des Wahnsinns beobachtet haben, N. Mill[2] vertheidigt die Einwirkung des Mondes auf Animalien und Vegetabilien über alle Grenzen der Wahrscheinlichkeit hinaus, und so giebt es noch andere, jedoch ganz unerwiesene Behauptungen.

121) Als die Physik sich allmälig besser gestaltete und man mit gröfserer Strenge den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung aufzusuchen anfing, wurden bedeutende Zweifel gegen den Einflufs des Mondes, hauptsächlich auf den Organismus der Animalien und Vegetabilien, zugleich aber auch auf den Gang der Witterung im Allgemeinen und auf die einzelnen meteorischen Erscheinungen erhoben. Unmöglich konnte man Ausflüsse des Trabanten auf die Erde annehmen, da er im Mittel 60 Erdhalbmesser von unserm Planeten entfernt ist, die Höhe der Erd-Atmosphäre aber keine 7 Erdhalbmesser erreichen kann und, wenn sie von vorstellbarer Dichtigkeit seyn soll, keine zehn Meilen erreicht. Die Nichtigkeit einer solchen Hypothese wurde anschaulicher durch eine vermeintliche Entdeckung, welche Stöwe[3] gemacht haben wollte, dafs nämlich merkwürdige Witterungsphänomene dann eintreffen sollten, wenn drei Himmelskörper fast in eine gerade Linie zu stehn kämen, welche Stellung er eine Constellation nannte. Den Grund zu dieser Hypothese fand er in Erfahrungen aus den Jahren 1780 bis 1786, allein es ergab sich bald die Nichtigkeit der ganzen Voraussetzung. Lichtenberg[4] kam auf die sinnreiche Idee, Beobachtungen über diejenigen Fälle anzustellen, wenn die Erde in ihrer Bahn an solche Stellen kommt, welche der Mond vorher inne gehabt hat. Dieses geschieht im letzten Viertel des Mondes und sehr vollständig, wenn er zugleich nahe bei seinem Knoten ist, nach etwa viertehalb Stunden. Wirklich fand für diese Stellung am 6. Dec.

1 Cases of Insanity.

2 Ann. of Philos. T. LVII. p. 218.

3 Anzeige einer allgemeinen interessanten physikalischen Entdeckung. Berlin 1791. 8.

4 Götting. Taschenbuch zum Nutzen u. Vergnügen. 1795. S. 198.

1792 zu Göttingen ein heftiger Sturm statt und am 1. Juni 1793 eine ungewöhnliche Kälte; aber das drittemal am 25. Nov. 1793 ereignete sich gar nichts Aufsergewöhnliches. Wirksame Ausflüsse des Mondes auf unsere Erde anzunehmen kann sich hiernach also nur eine ungeregelte Phantasie erlauben, die man von physikalischen Untersuchungen fern halten muſs, und der angenommene Einfluſs des Mondes auf die Animalien und Vegetabilien kommt demnach auf eine *qualitas occulta* zurück, die wir um so mehr vermeiden müssen, je deutlicher die Geschichte lehrt, daſs die Annahme solcher verborgenen Kräfte nie anders als nachtheilig auf die Erforschung der Wahrheit wirkt. Diesemnach kann der Mond keinen andern Einfluſs auf unsere Erde ausüben, als in Folge seiner Gravitation und seiner Erleuchtung. Die durch die erstere Ursache erzeugten Wirkungen zeigen sich allerdings in der Ebbe und Fluth, allein alle anderen, hieraus abzuleitenden müſsten jeden Tag ebenso regelmäſsig erfolgen, als diese durch Theorie und Erfahrung hinlänglich festgestellten Oscillationen des Meeres, die Mondphasen können daher auch hierbei keinen weiteren Einfluſs haben, als welcher auch dort durch die Zusammenwirkung mit der Sonne oder durch die Gegenwirkung der letzteren bedingt wird. Um sich hiervon zu überzeugen, darf man nur berücksichtigen, daſs der Mond jederzeit binnen 24 Stunden einmal durch den Meridian jedes Ortes geht und keine rein physikalische Wirkung davon abhängen kann, ob wir ihn mehr oder weniger erleuchtet sehn. Es bliebe sonach nur die zweite möglicherweise denkbare Ursache, nämlich die Erleuchtung übrig, allein diese, bloſs durch erborgtes Licht bewirkt, ist so unbedeutend, daſs die feinsten thermometrischen Apparate sie gar nicht oder nur höchst unsicher angeben; sie würde also nur einen verschwindend kleinen Beitrag zu dem geben, was durch die Sonne geschieht, und so bestimmt dem Vollmonde zufallen, daſs sie sich hierbei allein zeigen müſste, wenn es überhaupt möglich wäre sie wahrzunehmen. Diesemnach erklärten sich namentlich Bode[1] und Olbers[2] aus theoretischen Gründen gegen jeden Einfluſs des

1 Gedanken über den Witterungslauf. Berlin 1819. 8. Magaz. d. Ges. Naturf. Freunde. Berl. 1808. S. 175.

2 Zeitschrift für Astronomie. Th. V. S. 234.

Mondes, zeigten die geringe Begründung der hierüber aufgestellten Behauptungen und insbesondere die Autorität des Letzteren als Astronom und Arzt vermochte die meisten Physiker, dieser Ansicht beizutreten.

122) Ebensowenig günstig für den vermeintlichen Einflufs des Mondes fielen die Resultate der Erfahrung aus. Gegen die Behauptung von BALFOUR über die Erzeugung oder Verschlimmerung der Krankheiten durch das Mondlicht erklärte sich RASCHIG[1] und gegen REIL's und anderer Meinungen OLBERS, beide indem sie zeigten, dafs die darüber vorhandenen Erzählungen keineswegs genugsam begründet seyen, wozu Letzterer noch hinzufügte, dafs er selbst in seiner ärztlichen Praxis nie irgend einen Einflufs des Mondes auf Wurmübel, Balggeschwülste, Wassersuchten, Epilepsie und Nervenzufälle wahrgenommen habe, eine Versicherung, die bei einem ebenso gelehrten als besonnenen astronomischen Arzte, dem die genaue Stellung dieses Trabanten gegen die Erde stets deutlich vorschwebt, nicht den geringsten Zweifel gestattet. Auch H. C. MONRAD[2] widerspricht dem an der Küste von Guinea herrschenden Vorurtheile von einem schädlichen Einflusse des Mondes auf die Gesundheit, welcher übrigens dort so hell scheint, dafs man bequem dabei lesen kann. Er selbst und andere schliefen oft beim Mondscheine im Freien, ohne die geringste Einwirkung auf die Gesundheit davon zu empfinden. GRONAU[3] versuchte es, aus hundertjährigen Beobachtungen von 1701 bis 1800 einen constanten Einflufs des Mondes auf den Gang der Witterung aufzufinden, und erhielt als Resultat, dafs der Mondwechsel 1743 Veränderungen gegen 3189 Nichtveränderungen, der Neumond 461 gegen 674, das erste Viertel 409 gegen 921, der Vollmond 475 gegen 756, das letzte Viertel 398 gegen 838, das Perigäum 389 gegen 477 gaben, wonach also keine Einwirkung statt finden könnte. Ebendieses Resultat fand HORSLEY[4], übereinstimmend mit seinen theoretischen Ansichten, aus einer Zusammenstellung zahlreicher Erfahrungen. OLBERS wählte zur Prü-

1 Diss. de lunae imperio in corp. hum. nullo. Viteb. 1787. 4.
2 Gemälde der Küste von Guinea. Weim. 1824. S. 273.
3 Magazin der Naturforsch. Freunde. Berl. Th. II. S. 101.
4 Philos. Trans. T. LV. p. 177.

fung der Sache gerade diejenigen Stellungen des Mondes, worin sein Einfluſs am stärksten seyn müſste, konnte jedoch keine Wirkung desselben wahrnehmen, und ein gleiches Resultat erhielt ein Ungenannter[1] aus fast dreiſsigjährigen Beobachtungen. Auf gleiche Weise zeigt BRANDES[2], daſs die Wetterveränderungen des Jahres 1783 mit den Mondständen in keinerlei Verbindung stehn, und ebendieses äuſsert VARESE[3] in Gemäſsheit vieljähriger Beobachtungen, glaubt jedoch, daſs die hierüber bestehenden Vorurtheile niemals ganz verschwinden werden. Letzteres mag von dem groſsen, der Sache nicht eigentlich kundigen Publicum gelten, übrigens aber geht aus der gegebenen Darstellung hervor, daſs die aus den ältesten Zeiten herstammenden astrologischen Irrthümer über kosmische und planetarische Einflüsse auf den Gang der Witterung und über die Abhängigkeit atmosphärischer Processe von der wechselnden Sichtbarkeit der beleuchteten Mondscheibe bei den Sachverständigen allmälig verschwunden waren. Dabei blieb jedoch noch immer die Frage unerledigt, ob die nicht in Abrede zu stellende Anziehung des Mondes keine meſsbaren Schwankungen der Atmosphäre hervorbringe, denen ähnlich, die sich in der Ebbe und Fluth so sichtbar zeigen. Diese so nahe liegende Frage, welche durch die bereits mitgetheilte[4] Erklärung LA PLACE's erledigt schien, hat seitdem die Physiker vielfach beschäftigt und muſs daher nachträglich noch weiter erörtert werden.

123) DAN. BERNOULLI[5] erhielt durch seine Berechnungen das Resultat, daſs die Anziehung der Sonne das Barometer um 20 Lin. heben müsse, welches dann für den Mond im Stande des Zeniths gegen den im Horizonte 50 Lin. geben würde. Dagegen aber zeigte D'ALEMBERT[6], daſs diese Gröſse höchstens 3 Lin. für Mond und Sonne betragen könne,

---

1 Monthly Magazine 1817. Apr. p. 196.

2 Beiträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. S. 274.

3 Brugnatelli Giornale 1820. p. 50. Er sagt, hierauf passe CICERO's Ausdruck in oratione pro Plancio: *Non est consilium in vulgo, non ratio, non discrimen, non diligentia.*

4 S. Art. *Barometer.* Bd. I. S. 927.

5 De causis fluxus et refl. maris. p. 164. in NEWTONI Princ. T. III.

6 Recherches sur la cause générale des Vents. Par. 1747. p. 98.

P. Frisius[1] aber setzte sie zuerst auf $\frac{1}{120}$ Lin. und nachher auf $\frac{1}{108}$ Lin. für die Sonne und $\frac{1}{48}$ Lin. für den Mond herab, nach Fontana[2] aber beträgt die Einwirkung des Mondes allein $\frac{1}{31}$ Lin. Durch La Place's gründliche Untersuchung dieser Aufgabe ist dieselbe wohl als abgethan zu betrachten. Nach der Theorie[3] beträgt die durch den Mond bewirkte, am Barometer sichtbare Fluth der Atmosphäre nicht mehr als 0,6306 Millim. (0,2597 par. Lin.) und nach achtjährigen Beobachtungen auf der Pariser Sternwarte[4] 0,05443 Millim. (0,024129 par. Lin.).

124) Seit langer Zeit suchte man den in so vielen bedingenden Ursachen versteckten Einflufs des Mondes auf die barometrischen Oscillationen durch Verbindung vieljähriger Beobachtungen aufzufinden. Aufser dem, was hierüber bereits erwähnt worden ist[5], verdient hauptsächlich noch Lambert[6] genannt zu werden, welcher jedoch aus eilfjährigen Beobachtungen zu Nürnberg nicht entscheiden konnte, ob das Barometer im Apogeum oder im Perigeum des Mondes höher stehe, Toaldo[7] dagegen will gefunden haben, dafs der Mond durch seinen Eintritt in das Apogeum ein Steigen des Barometers hervorbringe, und ebenso in den Quadraturen, wenn man seinen Stand mit demjenigen während der Syzygien vergleicht. Hieraus würde also folgen, dafs allgemein der Mond durch seine Anziehung der Atmosphäre ein Sinken des Quecksilbers im Barometer bewirke, welches sich durch seine Entfernung von der Erde in den Apogeen und durch Entgegenwirkung der Sonne in den Quadraturen verminderte. Ein ganz entgegengesetztes Resultat will jedoch Mayer[8] aus seinen Beobachtungen zu Mühlhausen im Elsafs erhalten haben, nämlich dafs die Barometerhöhe in den Syzygien 0,1 Lin. höher sey,

---

1 De gravitate universali. Med. 1768. T. II. Cap. VIII. Cosmographiae phys. et math. P. I. et II. Med. 1774 u. 1775.

2 Atti dell' Accad. di Siena. T. V. Vergl. Toaldo in Nouv. Mém. de Berlin 1778.

3 Mécan. cél. T. III. p. 296

4 Connaissance des Tems 1826. p. 310.

5 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 929.

6 Acta Helvetica. T. IV.

7 Mém. de Berlin. 1778. p. 45.

8 Cotte Mém. sur la Météorol. T. I. p. 631. T. II. p. 469.

als in den Quadraturen, dagegen sollen allerdings die Apogeen ein Steigen von 0,39 Lin. bedingen. Die gelehrten Untersuchungen LAPLACE's[1], worin er zeigte, auf welche Weise eine durch den Einfluſs des Mondes bewirkte atmosphärische Ebbe und Fluth aufzufinden sey, veranlaſsten BOUVARD[2], die Pariser Beobachtungen von den Jahren 1815 bis 1826, deren Zahl 8940 beträgt, rücksichtlich des Standes des Mondes in den Syzygien und Apogeen zu berechnen, allein er erhielt hieraus im Ganzen das Resultat, daſs der Mond auf den Stand des Barometers zu Paris keinen meſsbaren Einfluſs erzeuge, welcher dort auf 2 Uhr 8 Min. Nachmittags fallen müſste. Dieses stimmt überein mit dem Ergebnisse, welches HALLASCHKA's[3] zehnjährige Beobachtungen zu Prag gaben. Diese scheinen nämlich keinen Einfluſs des Mondes auf das Barometer anzudeuten, da sie auf keinen natürlichen Zusammenhang zwischen dieser Ursache und Wirkung führen und kein fortlaufendes Gesetz zeigen; auſserdem aber sind die Unterschiede so gering, daſs ein einziger zufällig höherer Stand eine vielleicht nur 0,1 Lin. betragende Gröſse leicht wieder aufheben könnte. Letzteres würde jedoch nur zu der Folgerung führen, daſs noch mehrjährige Beobachtungen in Rechnung zu nehmen wären, um die zufälligen Schwankungen dadurch verschwinden zu machen. Dagegen will SIBER[4] aus zehnjährigen Beobachtungen HÄBERL's gefunden haben, daſs das Barometer sowohl in den Perigeen als auch den Apogeen oder am Tage vor und nach dem Eintritte des Mondes in dieselben steigt, indem dieses in 233 Fällen gegen 30 statt fand. Ein sehr auffallendes Resultat aber ist, daſs zu London nach den Barometerbeobachtungen von 1827 bis 1830 die Quecksilberhöhe dort am gröſsten in den Quadraturen und am kleinsten in den Syzygien war, statt daſs BOUVARD für Paris gerade das Gegentheil gefunden hatte[5].

1 Connaissance des Tems. 1826 u. 1830. Méc. cél. T. V. p. 237. Vergl. KÄMTZ in Schweigg. Journ. LIX. 1.

2 Mém. de l'Acad. des Sc. de l'Inst. T. VII. p. 136. und 267. Vergl. Poggendorff Ann. XIII. 137.

3 Sammlung der vom 8. Mai 1817 bis 21. Dec. 1827 u. s. w. angestellten Beobachtungen. Prag 1830. 4.

4 Kastner Archiv. Th. V. S. 48.

5 Philosoph. Trans. 1831. p. 227. Vergl. BOUVARD in Mém. de l'Acad. T. VII. p. 312.

125) Das Problem erhielt unmittelbar nach LAPLACE's Bearbeitung eine ganz andere Gestalt durch die aus der Erfahrung entnommenen Resultate. FLAUGERGUES[1] ist als derjenige Gelehrte zu nennen, dem die Wissenschaft die endliche Beantwortung dieser so lange ventilirten Streitfrage verdankt. Um den Einfluſs der Sonne zu beseitigen, benutzte er die im wahren Mittage gemachten Beobachtungen, corrigirte dieselben gehörig und erhielt aus ihnen folgende der Kürze wegen hier bloſs tabellarisch zusammengestellte Resultate.

Mondpuncte	Zahl d. Beob.	Mittlere Bar. Höhe Z.	L.	Millimeter
Allgemeiner mittlerer Barometerstand	6915	27	11,29	755,44
Neumond	234		11,27	755,39
Erster Octant	234		11,26	755,37
Erste Quadratur	234		11,26	755,37
Zweiter Octant	235		10,94	754,65
Vollmond	234		11,20	755,23
Dritter Octant	234		11,47	755,70
Zweite Quadratur	234		11,68	756,32
Vierter Octant	235		11,31	755,48
Nördliches Lunistitium	258		11,42	755,73
Südliches Lunistitium	258		11,28	755,42
Perigeum (Aequat. Parall. 60′ 24″)	252		10,97	754,72
Apogeum (Aequat. Parall. 54′ 4″)	252		11,46	755,82

Aus der Vergleichung des mittleren Standes mit dem im 2ten Octanten und in der zweiten Quadratur folgt, daſs das Barometer bis zum zweiten Octanten um 0,35 Lin. fällt und dann bis zur zweiten Quadratur um 0,39 Lin. steigt. Da man ferner den synodischen Umlauf des Mondes mit seinem täglichen in Parallele setzen kann, letzterer aber 24 Stunden 50 Min. dauert, so folgt, daſs die gröſste Höhe des Barometers 6 Stunden 12,5 Min. nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian eintritt. Der Unterschied zwischen dem Stande im Apogeum und im Perigeum beträgt 0,49 Lin., und wenn man diese Gröſse mit dem Verhältniſs der Kuben der Abstände multiplicirt, so ist die Verminderung = 1,73 Lin. im Perigeum und 1,24 Lin. im Apogeum, so daſs ohne Mond der mittlere Stand 28 Z. 0,78 Lin. seyn würde. FLAUGERGUES verglich

1 Biblioth. univ. T. XXXVI. p. 384. T. XL. p. 265.

ferner die zu den verschiedenen Mondstellungen und Mondphasen gehörigen Regentage in seinen zu Viviers geführten Registern und fand die Zahl derselben

Neumond;	1. Viert.;	Vollmond;	4. Viert.;	Perig.;	Apog.
77	82	79	60	93	78

Hieraus folgt im Allgemeinen ein Einfluſs des Mondes auf die Witterung, insofern die Menge der Regentage zunimmt, wenn das Barometer sinkt. Der Mond wirkt also gleichmäſsig auf das Barometer, bewirkt ein unter den übrigen Schwankungen sich kenntlich machendes Sinken desselben und zugleich eine letzteres in der Regel begleitende Vermehrung der wässerigen Niederschläge.

126) Dieses Resultat war allerdings ein anderes, als was der gemeine Glaube bis dahin angenommen hatte, nämlich daſs die Aenderungen der Mondphasen zugleich einen Wechsel der Witterung herbeiführen sollen, allein es muſste dennoch auffallend erscheinen, weil sich so eben die bedeutendsten Autoritäten gegen jeden Einfluſs des Mondes auf Barometer und Witterung erklärt hatten und selbst die geringe, durch Laplace herausgebrachte Einwirkung auf die barometrischen Oscillationen in den Pariser Beobachtungen nicht aufzufinden war. Unter allen ergriff vorzugsweise Schübler[1] die Sache mit groſser Lebendigkeit, ging aber eben deswegen weit über diejenigen Grenzen hinaus, in denen sich Flaugergues mit vorsichtiger Besonnenheit gehalten hatte. Als Grundlage wählte er 28jährige Beobachtungen, nämlich achtjährige von 1781 bis 1788 zu München aus den Mannheimer Ephemeriden, dann von 1809 bis 1812 theils eigene, theils von seinem Bruder zu Stuttgart angestellte und von 1813 bis 1828 die des Domcapitulars Stark zu Augsburg. Hieraus folgerte er, daſs die Zahl der Regentage vom letzten Viertel bis Neumond sich zu der vom ersten Viertel bis Vollmond nahe wie 5 zu 6 verhalte und ebenso die Regenmenge, daſs ferner die Windrichtung vom Neumond bis zum letzten Viertel mehr westlich werde und eine gröſsere Neigung zu Niederschlägen zur Zeit der Erdnähe als der Erdferne statt finde, die geringste Regenmenge aber dem nördlichen, die gröſste dagegen dem

1 Untersuchungen über den Einfluſs des Monds auf die Veränderungen unserer Atmosphäre. Leip. 1830.

südlichen Lunistitium zugehöre, im Ganzen also ein merklicher Einflufs des Mondes auf die Hydrometeore unverkennbar sey. Um die von Hanow, Toaldo, Hoesslin und Andern angenommene 19jährige Witterungsperiode zu prüfen, untersuchte Schübler[1] die Angaben über die Wiederkehr guter Weinjahre und fand hierdurch die regelmäfsige Reihenfolge dieser Periode bestätigt. Diese für einen auffallenden Einflufs des Monds auf den Gang der Witterung sprechenden Resultate verglich er mit denen, welche früher Toaldo[2] für Padua und Pilgram[3] für Wien gefunden haben wollten, und fand zwischen allen diesen eine genaue Uebereinstimmung, ja sogar auch die heifsen und kalten Sommer und Winter nebst der Häufigkeit der Nordlichter sollten dem Einflusse des Mondes unterworfen seyn, am auffallendsten aber war es, dafs die unlängst als Vorurtheile betrachteten Behauptungen über den Einflufs des Mondlichtes auf die Vegetabilien und Animalien von ihm als begründet dargestellt wurden, wofür allerdings einzelne Angaben aus Zeitschriften und aus Balfour's[4] schwach begründeten Zeugnissen entnommen werden konnten. Zur Erklärung von allem diesen diente die Annahme eines chemischen Einflusses und der erkältenden Eigenschaft des Mondlichts, wobei für letzteres Sertürner's[5] vermeintliche Beobachtungen benutzt wurden.

Hauptsächlich wegen der zuletzt genannten allgemeinen physiologischen Einwirkungen des Mondes, die nach den gründlichen Untersuchungen von Bode und hauptsächlich Olbers unmöglich als zulässig erscheinen können, trug ich kein Bedenken[6], gegen das Ganze erhebliche Zweifel aufzustellen. Die

---

1 Die Thatsachen hierzu entnuhm er aus: Geschichte des Neckarweins und Weinbau's von 1200 bis 1778. Stuttg. 1778. und die späteren Nachrichten in der Stuttgarter Chronik von Elben.

2 De la influenza degli astri. 1781. p. 122.

3 Untersuchungen über das Wahrscheinliche in der Weltkunde. 1788. 8. Th. II. S. 431.

4 System über die Intestinalfieber und den Sonnen- und Mondeinflufs auf dieselben. Breslau 1792.

5 Neueste Entdeckungen in der Physik, Chemie und Heilkunde. 1826. Th. I. Hft. II.

6 Handbuch der Naturlehre. Th. II. Heidelb. 1830. S. 420. Heidelb. Jahrb. 1831. Hft. V. S. 498.

durch Flaugergues erhaltenen Resultate sind zwar allerdings von grofsem Gewichte, allein es mufste auffallen, dafs weder Gronau noch Bouvard bei ihren Untersuchungen ihnen gleiche erhalten hatten, und zudem liefs sich zwar eine Depression des Quecksilbers im Barometer durch den Einflufs des Mondes vermuthen, dafs aber eine Vermehrung der Regenmenge hiermit verbunden seyn sollte, konnte keineswegs auf gleiche Weise glaubhaft erscheinen, um so mehr als die von jenem Gelehrten zur Erklärung angenommene Ursache gerade auf die entgegengesetzte Wirkung führen mufste. Durch die anziehende Kraft des Mondes sollte nämlich eine Verdünnung der Luft und hierdurch gleichzeitig ein Sinken des Barometers mit der bekannten Folge desselben, einer Vermehrung der wässerigen Niederschläge, bewirkt werden; allein Letzteres ist nicht Folge des Ersteren, sondern umgekehrt sinkt das Barometer in Folge der Niederschläge, eine Verdünnung der Luft an sich aber erleichtert bekanntlich die Verdampfung und mufs sonach die Niederschläge vermindern. In Folge dieser entgegengesetzten Meinungen, die zwischen dem trefflichen Gelehrten und mir nicht blofs öffentlich, sondern auch im freundschaftlichen Briefwechsel verhandelt wurden, worüber jedoch jetzt nach ausgemachter Sache in weitere Erörterungen einzugehn unnöthigen Zeitaufwand erfordern würde, gab Schübler alle übrigen Folgerungen, namentlich von einer physiologischen Einwirkung des Monds, auf, blieb aber standhaft bei der Behauptung einer unverkennbaren Einwirkung desselben auf das Barometer und die Regenverhältnisse[1].

127) Die durch Schübler zuerst gefundenen Resultate, selbst wenn man sich blofs auf die Einwirkung des Mondes auf Barometer und Regenverhältnisse beschränkte, liefsen immer noch einigen Zweifel zurück, weil die ihnen zum Grunde liegenden Beobachtungen von drei Beobachtern an ebensovielen Orten und mit verschiedenen Instrumenten angestellt worden

1 Schübler hat diese Ansicht in verschiedenen eigenen Abhandlungen und in einigen seiner Schüler vertheidigt, z. B. in Kastner's Archiv. Th. IV. S. 13. u. 161. Th. V. S. 169. F. Baumann Untersuchungen über monatliche Perioden in d. Veränderungen unserer Atmosphäre. Tüb. 1832. 8. Kastner Arch. Th. VI. S. 225. Schweigg. Journ. Th. LXX.

waren, allein sie galten dennoch allgemein als genügend, insbesondere nachdem ARAGO[1] sie hierfür erklärt hatte. Inzwischen zeigte O. EISENLOHR[2], aus dessen Zusammenstellung der Carlsruher Beobachtungen[3] von 1779 bis 1786 und dann von 1798 bis 1830 sich ein so auffallender Einfluſs namentlich auf die Regenmengen, die sich nach SCHÜBLER für die Zeit vor dem Neumonde und die vor dem Vollmonde wie 5 zu 6 verhalten sollten, keineswegs auf den ersten Blick herausstellte, in denen jedoch BAUMANN[4] mindestens einen leicht meſsbaren gefunden haben wollte, daſs man durch fortgesetztes Combiniren und Aufsuchen von Mittelwerthen endlich zu jedem möglichen Resultate gelangen könne. Eine abermalige schärfere Zusammenstellung der Carlsruher Beobachtungen führte jedoch allerdings zu dem Resultate, daſs die mittlere Barometerhöhe vom Neumonde zum Vollmonde hin abnimmt und von da an bis zum Neumonde wieder steigt; auch fand sich eine Zunahme der Regenmengen in der ersten dieser Perioden zwar angedeutet, aber keineswegs so auffallend, daſs mit Ausschluſs eines bloſsen Zufalls dadurch eine feste Regel begründet würde, da die Jahreszeiten einen Unterschied zeigten und auſser dem einen Maximum noch ein zweites zur Zeit des Neumonds hervortrat. Obgleich hierdurch im Ganzen die durch FLAUGERGUES und SCHÜBLER gefundenen Resultate bestätigt wurden, so blieb es doch um so mehr wünschenswerth, dieses viel ventilirte Problem noch weiter mit gröſster Umsicht zu untersuchen, als der Grund dieser Erscheinung noch keineswegs genügend aufgefunden worden war. Die Unstatthaftigkeit eines von SCHÜBLER angenommenen chemischen Einflusses des Mondes oder der erkältenden Eigenschaft seines Lichtes muſste auf den ersten Blick auffallen, EISENLOHR setzte zwar ein bedeutendes Moment hinzu, indem er nachwies, daſs die Periode des tieferen Barometerstandes und der gröſseren Regenmenge zugleich die der regenbringenden südlichen und westlichen Winde sey, allein dadurch war der Zusammenhang zwischen den Mondphasen

1 Annuaire prés. au Roi par le Bureau des Long. An. 1833.

2 Poggendorff Ann. XXX. 72.

3 Untersuchungen über das Klima und die Witterungsverhältnisse von Karlsruhe. 1832. 4.

4 A. a. O. Seine Inaugural-Dissertation war unter Schübler's Anleitung geschrieben.

und den Luftströmungen, welche vorzugsweise Regen bringen, noch nicht einmal angedeutet. Endlich aber ergaben 14 Jahre anhaltend fortgesetzte Beobachtungen eines Epileptischen, dafs der Mondwechsel auf die Epilepsie auch nicht den entferntesten Einflufs äufsere, und es ist sonach sehr zu wünschen, dafs das Vorurtheil einer physiologischen Einwirkung des Mondes auf die belebte Natur, mindestens bei den Gebildeten, endlich ganz aufhöre, wenn man auch gegen den beliebten Glauben der gröfseren Menge schonend seyn will.

128) Bei dieser Lage der Sachen schien es mir sehr wünschenswerth, die Frage noch einmal einer gründlichen Prüfung zu unterwerfen. Hierzu bot sich eine günstige Gelegenheit dar, als Herrenschneider zu Strafsburg, dessen vieljährige, an dem nämlichen Orte und mit denselben geprüften Instrumenten angestellte Beobachtungen vorzügliches Vertrauen verdienen, sich auf meine Bitte bereitwillig zeigte, seine werthvollen Originalregister mir zu diesem Behuf anzuvertrauen, und als O. Eisenlohr, welcher durch frühere Arbeiten in diesem Fache seine Befähigung zu solchen, grofse Sorgfalt erfordernden und ermüdenden Untersuchungen hinlänglich dargethan hat, die Berechnung der Beobachtungen übernahm. Hieraus ging dann die Abhandlung hervor, durch welche die Sache als entschieden anzusehn ist[1]. Aufser den über die Witterungsverhältnisse zu Strafsburg gefundenen Resultaten ergiebt sich in Beziehung auf den Einflufs des Mondes aus diesen, beinahe 27 Jahre umfassenden Beobachtungen, dafs während des synodischen Umlaufs des Mondes das Barometer zwei Maxima und zwei Minima zeigt, die an sich ungleich in den verschiedenen Jahreszeiten auf andere Mondphasen fallen. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Gröfsen und die letzte Reihe zugleich den ganzjährigen Gang für Carlsruhe.

Jahrsz.	1 Max.	1 Minim.	Untersch.	2 Max.	2 Min.	Untersch.
Winter	Letzt. Viert.	Vollm.	0''',5310	1 Viert.	4 Octant	0''',2163
Frühling	Letzt. Viert.	2 Octant	0,5736	Neum.	4 Octant	0,2464
Sommer	3 Octant	1 Octant	0,2566	1 Viert.	4 Octant	0,0703
Herbst	3 Octant	2 Octant	0,9304	Neum.	4 Octant	0,2272
Jahr	Letzt. Viert.	2 Octant	0,4698	Neum.	4 Octant	0,1301
Carlsruhe	Letzt. Viert.	2 Octant	0,9430	1 Oct.	Neum.	0,0700

1 Poggendorff Ann. XXXV. 141. 309.

Hierin ist unverkennbar, daſs das Barometer im Ganzen gegen die Zeit des Vollmondes regelmäſsig sinkt und gegen die Zeit des Neumondes steigt, daſs aber zugleich um die Zeit des Neumondes oder bald nach dieser Mondphase ein zweites geringeres Steigen sichtbar wird, dem ein geringes Sinken vorausgegangen ist. Die geringe Gröſse dieses zweiten Unterschiedes zu Carlsruhe in so geringer Entfernung von Straſsburg führt zu der Vermuthung, daſs diese letztere Schwankung an manchen Orten wohl gar nicht vorhanden und daher minder constant als die erstere seyn könnte. Ein weiterer Einfluſs der Lunistitien zeigte sich nicht, und es ist nach den hierüber vorhandenen, einander widersprechenden Angaben wohl zu vermuthen, daſs die übrigen Verhältnisse der Mondstände gegen die Erde von keinem bedeutenden Einflusse sind.

129) Ueber die veränderliche Quantität der Hydrometeore theile ich bloſs die aufgefundenen Verhältniſszahlen[1] in folgender Tabelle mit.

Mondphase	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Neumond	3,7049	3,9000	5,7930	5,5229	4,74436
1 Octant	3,7591	5,2796	7,0660	5,1473	5,31920
1 Viertel	3,1761	5,0224	6,0674	5,3856	4,85570
2 Octant	3,2208	4,0983	6,4326	5,4672	4,80663
Vollmond	3,4093	4,7642	8,1200	5,5456	5,43032
3 Octant	3,3768	4,3530	5,9793	5,0959	4,68793
Letzt. Viert.	3,3224	5,6315	6,6270	4,9610	5,15966
4 Octant	3,0909	4,2033	5,6196	4,1936	4,27365
Mittel	3,3785	4,6560	6,4702	5,1859	4,91528

Hieraus ergiebt sich ein allen Jahreszeiten zugehöriges Maximum der Regenmengen um die Zeit des Vollmonds und ein Minimum um die Zeit des vierten Octanten, beide diesen Mondphasen entweder etwas vorausgehend oder ihnen nachfolgend. Bloſs im Frühling findet hiervon eine Ausnahme statt, indem dann das Maximum in das letzte Viertel, das Minimum aber auf den zweiten Octanten fällt, im Ganzen aber

---

1 Eisenlohr nennt diese Gröſse die Dichtigkeit des Regens, welche $= \frac{a}{b}$ ist, wenn b die Menge des atmosphärischen Wassers bezeichnet, welche in a Tagen herabfiel.

ist jenes erste Maximum mit seinem Minimum und ein zweites, gleich nach dem Neumonde eintreffendes, geringeres Maximum nicht zu verkennen. Beachtung verdient aber der auffallende Unterschied zwischen dem Winter und dem Sommer, die zwar darin übereinstimmen, dafs für beide das Minimum in den vierten Octanten fällt, darin aber sich wesentlich von einander unterscheiden, dafs im ersten das Maximum ebenso entschieden in den Neumond, als in dem letzteren in den Vollmond fällt. Um den Einflufs der Mondphasen auf die gesammten meteorischen Processe anschaulicher zu machen, dient folgende Zusammenstellung.

Mondphasen	Barometer	Nasse Tage	Regenmenge	Dichtigkeit d. Regens.
Neumond	27″ 9‴,1461	37143	176219	4,74436
1 Octant	9,0179	37510	199525	5,31920
1 Viertel	9,0044	40000	194228	4,85570
2 Octant	8,7532	42678	205136	4,80663
Vollmond	8,9881	37490	203583	5,43032
3 Octant	9,1228	38828	182025	4,68793
Letzt. Viertel	9,2230	37215	192016	5,15966
4 Octant	9,0160	35373	151172	4,27365
Mittel	9,0356	38269	188103	4,91528

Hieraus geht evident hervor, dafs die Mondphasen einen Einflufs auf die Atmosphäre haben, welcher sich am auffallendsten und regelmäfsigsten in den Schwankungen des Barometers zeigt, indem dasselbe, wenn man zugleich die Unterschiede berücksichtigt, seinen tiefsten Stand in der Zeit zwischen dem zweiten Octanten und dem Vollmonde hat, welches Minimum dann von zwei Maximis, einem im Neumonde, einem andern im letzten Viertel, begrenzt ist, und wovon das erste deswegen kleiner scheint, weil ein kleineres, mit dem vierten Octanten beginnendes Minimum darauf einen Einflufs äufsert. Minder regelmäfsig zeigt sich dieses Gesetz bei den Hydrometeoren, vermuthlich weil diese nur secundäre Folgen der wirkenden Ursache sind.

130) Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen wurden ähnliche durch Eugen Bouvard[1] angestellt, deren Resultate eine

1 Quetelet Corr. math. et phys. T. VIII. p. 257.

überraschende Uebereinstimmung mit den so eben mitgetheilten zeigen. Die benutzten Beobachtungen sind die auf der Pariser Sternwarte angestellten, und zwar dienten für die barometrischen Schwankungen die von 1810 bis Ende 1832, für die Witterungsverhältnisse die von 1804 bis 1832 vorhandenen. Zuerst ist der synodische Monat berücksichtigt. Da dieser 29,53 Tage zählt, so wird der 30ste Tag doppelt genommen und dieser macht also den letzten und den ersten für die Mondphasen aus. Eine tabellarische Zusammenstellung giebt für die mittleren Barometerhöhen folgende Gröfsen in Millimetern.

Neumond . . .	755,988	Vollmond . . .	755,578
Erst. Octant . .	755,943	Dritter Octant .	756,222
Erst. Viertel . .	755,717	Letztes Viertel	756,401
Zweit. Octant .	755,376	Viert. Octant .	756,169

Mit Flaugergues übereinstimmend fällt das Maximum auf das letzte Viertel, das Minimum auf den zweiten Octanten; nimmt man aber das Mittel aus allen Barometerhöhen zwischen Neumond und Vollmond, und wieder zwischen Vollmond und Neumond, so ist das erstere kleiner, das letztere gröfser um eine Differenz von 0,34 Millimeter. Ferner ist die Summe der Barometerhöhen in den Syzygien geringer als in den Quadraturen, um 0,28 Millimeter, ein Resultat, welches auch Toaldo gefunden hat. Flaugergues erhielt hierfür 0,42 Millimeter, Toaldo 0,46 Millim. und A. Bouvard (der ältere, der Onkel) 0,69 Millimeter, so dafs diese Thatsache als genügend begründet erscheinen mufs.

Für die Hydrometeore sind 359 synodische Monate in Rechnung genommen. Regentag wird jeder genannt, an welchem überhaupt hydrometeorisches Wasser sich im Regenmafse zeigte. Die gröfste Menge fiel im zweiten Octanten, die geringste im letzten Viertel, die Differenz betrug 0,17 Millimeter im Mittel auf einen Tag. Das Maximum der Regentage fiel gleichfalls auf den zweiten Octanten, das Minimum auf das letzte Viertel, der Unterschied betrug 135 Tage; die Regenmenge war in der ersten Hälfte der Lunation gröfser als in der zweiten und ebenso die Zahl der Regentage. Auch das Maximum der Südostwinde, die zu Paris Regen bringen, fällt

auf den zweiten Octanten, das Minimum auf das letzte Vi
tel; umgekehrt das Minimum der trocknen Nordostwinde
den zweiten, das Maximum zwischen das letzte Viertel u
den vierten Octanten.

Wird der anomalistische Mondlauf untersucht, so ist
Perigeum das Barometer am tiefsten, die Zahl der Regent
und die Regenmenge dagegen am gröfsten. Im Apogeum d
gegen erreicht das Quecksilber im Barometer die gröfste H
die Regenmenge kommt auf das Minimum, so wie die Z
der Regentage. Vom Perigeum zum Apogeum steigt das
rometer und die Regenmenge nimmt ab, vom Apogeum
Perigeum sinkt das Barometer und die Regentage wie
Regenmengen nehmen zu, beides ganz regelmäfsig. Di
stimmt mit Pilgram's und Schübler's Behauptungen g
überein, und Bouvard glaubt daher, man müsse dem M
bei seinem anomalistischen Laufe nothwendig einen Ei
auf die Atmosphäre beilegen, welcher zwar geringer sey
der des synodischen Umlaufs, aber doch so sicher ange
dafs er unmöglich geleugnet werden könne. Uebrigens
im Ganzen diese Wirkungen nur klein in Vergleichung
denen, die durch andere Ursachen erzeugt werden, und
liegt der Grund, warum sie so lange verborgen blieben.

131) Bei dieser unverkennbaren Uebereinstimmung
von verschiedenen Seiten her unabhängig von einander e
tenen Resultate kann der Einflufs des Mondes auf unsere
mosphäre nicht weiter geleugnet werden und die Gele
Flaugergues, Schübler, Eisenlohr und die beiden
vard verdienen den Dank der Physiker und des Publi
überhaupt, dafs sie sich so mühsamen und langweiligen
rechnungen unterzogen, um diese übereinstimmend von
aufgefundene Wahrheit aus ihrem Dunkel hervorzuziehen
bei ist es aber aus leicht begreiflichen Gründen eine
schwierige Aufgabe, den Zusammenhang dieser Erschein
mit den Naturgesetzen im Allgemeinen aufzufinden, d
die theoretischen Untersuchungen zu dem Resultate f

---

1 Auch nach Al. v. Humboldt, s. Reise durch die Aequi
gegenden. D. Ueb. Stuttg. 1826. Th. V. S. 700., ist zu St.
Bogota die mittlere Barometerhöhe im letzten Viertel am g
und im ersten Viertel oder Vollmond am kleinsten.

entweder gar kein Einflufs des Mondes auf die Atmo-
e, oder nur ein geringer, täglich wiederkehrender statt fin-
könne, so geht schon hieraus unverkennbar hervor, dafs
eriodisch mit dem Umlaufe des Mondes wiederkehrender
er auf einen Widerspruch als auf eine Uebereinstimmung
en bestehenden Naturgesetzen führen müsse. Die Hy-
e von Flaugergues, dafs der Mond in seinen verschie-
Stellungen die Atmosphäre ungleich anziehe, sie da-
leichter mache, ihren Druck auf die Quecksilbersäule im
eter vermindere und dadurch in Folge der entstande-
ftverdünnung die Regenmenge vermehre, unterliegt in
ersten Theile dem bereits angeführten Argumente, dafs
äglichen Umlaufe des Mondes die Oscillationen auf glei-
eise täglich erfolgen müfsten, als dieses bei der Fluth
Vasser-Oceans der Fall ist, rücksichtlich des zweiten
aber ist sie oben bereits widerlegt worden, indem eine
nung der Luft die Verdampfung vielmehr befördern, als
chläge erzeugen müfste. Schübler's chemischer Ein-
t in dieser Unbestimmtheit eigentlich gar nichts, steht
t dem anerkannten Naturgesetze im Widerspruche, wo-
ine chemische Wirkung ohne das Zusammentreten ge-
Stoffe statt finden kann, die sich im vorliegenden Falle
it annehmen lassen; die vermeintliche erkältende Ei-
t des Mondlichts ist aber ganz unzulässig; denn da
nenlicht ohne Ausnahme erwärmend wirkt, das Mond-
er nichts anderes als reflectirtes Sonnenlicht ist, so
urch diese Hypothese alle Consequenz in der Physik
en und letztere träte aus dem Gebiete einer exacten
chaft in das einer Anhäufung unzusammenhängender
ersprechender Erfahrungssätze. Eisenlohr sucht den
n einer Anziehung durch den Mond und in dadurch
n Luftströmungen; allein damit ist das eigentliche Ver-
cht angegeben und das Hauptargument, dafs diese At-
n täglich wiederkehren müfsten, nicht beseitigt.

Man sieht hieraus, dafs bis jetzt eine eigentliche Erklä-
räthselhaften Phänomens noch gar nicht einmal ernstlich
worden ist, und ich gestehe gern, dafs ich dasselbe
durchaus unerklärbar gehalten habe, bis mir folgende
e einleuchtete, von welcher ich hoffe, dafs sie all-
efriedigen werde. Es ist oben §. 42. von der wellen-

förmigen Erhebung geredet worden, welche in Folge der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen und bedingt durch die Trägheit im Luftoceane erzeugt wird und zweimal binnen 24 Stunden als Wellenberg und Wellenthal um die Erde läuft, durch welche dann die tägliche periodische Oscillation des Quecksilbers im Barometer entsteht. Diese Hypothese als richtig vorausgesetzt folgt dann, dafs die Verstärkung dieser Erhebung durch die Anziehung der Sonne sich als unmerkliche Gröfse in der ungleich stärkeren Wirkung durch die Wärme verliert, keineswegs ist dieses aber vollständig der Fall mit der durch die Anziehung des Mondes, obgleich auch diese so gering ist, dafs sie erst lange nach der Untersuchung dieses Problems durch LAPLACE aufgefunden wurde. Denken wir uns nun, dafs der hiernach täglich zweimal statt findende Wellenberg gerade durch den Meridian geht, wenn sich der Mond gleichfalls daselbst befindet, so mufs die Erhebung durch die Anziehung dieses Trabanten vermehrt werden, welcher für sich allein nur auf einen zu kleinen Raum gewirkt und somit keine merkliche Veränderung erzeugt haben würde. Beide Wirkungen, die der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen und der Anziehung durch den Mond, heben einander auf in den Quadraturen, fallen aber zusammen in den Syzygien, der höher gehobene Wellenberg veranlafst ein stärkeres Abfliefsen der wärmeren Luft unter dem Aequator, das Barometer steht im Ganzen niedriger, die Regenmengen und die südlichen Luftströmungen dagegen nehmen zu. Zur Zeit der Conjunction der Sonne und des Mondes verliert sich die Wirkung des letzteren mehr in der gröfseren der ersteren, zur Zeit des Vollmonds aber erreicht sie ihr Maximum, und weil die sich erhebende Welle, die Erhebung des Wellenberges, dem Laufe der Sonne vorauseilt, d. h. nach der gegebenen Darstellung früher eingeleitet wird, früher beginnt, als die Sonne in den Meridian eines Ortes kommt (wenn gleich das Maximum ihres deprimirenden Einflusses auf das Barometer erst später eintritt), so fällt die Einwirkung des Mondes in den Syzygien und die derselben entgegengesetzte in den Quadraturen nicht genau in diese Lunationen, sondern geht ihnen etwas voraus.

133) Aus dieser Darstellung, wonach der Einflufs des Mondes auf die Witterung eine sehr geringe, aus den übrigen Wechseln kaum aufzufindende Gröfse ist, geht zugleich

unverkennbar hervor, dafs die Annahme der mit der Mondperiode wiederkehrenden Witterung auf durchaus nichtigen Gründen beruhe. Dieses Resultat ergiebt sich auch aus der Erfahrung und zeigt sich deutlich in dem Umstande, dafs alle Versuche, den Gang der Witterung voraus zu bestimmen, bisher gescheitert sind. Andere angenommene Perioden, z. B. die 25jährige nach PREVOST[1] oder die 100jährige nach PFAFF[2] oder die 19jährige der Windrichtungen, welche im November jedes Jahres beginnen und dann sogleich Nässe oder Trockenheit bedingen soll, nach MAC-KENZIE[3], beruhn ebensowenig auf genügenden Gründen, und wenn nach der oben erwähnten Annahme von GATTERER die Witterungsperioden durch immer neu hinzukommende Bedingungen bis auf mehrere Jahrhunderte hinaus verlängert werden, so heifst dieses nichts anderes, als dafs gar keine regelmäfsige Periodicität existirt. Zu dieser Schlufsfolgerung mufs man nothwendig gelangen, wenn man berücksichtigt, wie viele allgemeine, oft in weiten Entfernungen vorhandene Ursachen den Gang der Witterung bedingen, welcher dann durch verschiedene örtliche Einflüsse noch vielfach modificirt wird. Die Zusammenstellung des Weinertrags in Würtemberg in den einzelnen Jahren von 1236 bis 1800 durch SCHÜBLER[4] zeigt deutlich, dafs die Witterung im Ganzen in sehr langen und unbestimmbaren Perioden wechselt, ohne dafs man bis jetzt im Stande war, den physischen Grund hierfür aufzufinden. Wollte man noch eine gewisse Regelmäfsigkeit aufsuchen, so liegt sie vielleicht darin, dafs der allgemeine Charakter der Witterung rücksichtlich auf Trockenheit oder Nässe, Wärme oder Kälte sich meistens einige auf einander folgende Jahre hindurch gleich bleibt, weswegen häufig zwei ähnliche Jahre auf einander folgen, von denen das zweite die allgemeine Disposition hervorstechender zeigt. Als Beispiele dienen die kalten Winter 1799 und 1800, die trocknen Sommer 1810 und 1811, dann 1818 und 1819 und wieder 1833 und 1834, so wie die gelinden Winter 1832, 1833 und 1834,

1 Biblioth. Britann. T. XXVI. p. 74 u. 168.

2 Ueber den heifsen Sommer 1811. Kiel 1812.

3 Farmer's Magazine. Febr. 1822. Biblioth. univ. T. XIX. p. 252.

4 Correspondenzblatt des würtemb. landwirthsch. Vereins. Th. XIX. S. 1.

wiewohl auch diese Regel nicht seltene Ausnahmen erleidet. Ferner herrscht meistens eine gewisse Witterung über einen weit ausgedehnten Länderzug, während in andern gerade der entgegengesetzte Charakter sich zeigt; so unter andern die große Dürre der Jahre 1833 und 1834 im südwestlichen Rufsland, die grofse Kälte in Brasilien im Jahre 1811, als im westlichen Europa die Wärme einen ungewöhnlich hohen Grad erreichte, und die aufserordentliche Kälte in Nordamerica[1] im Januar 1835, während in hiesigen Gegenden von eigentlicher Kälte kaum die Rede war. Will man jedoch diesen allgemeinen Charakter auf bestimmte Zeiten und einzelne Orte anwenden, dann zeigt sich ganz die Regellosigkeit der Witterungsverhältnisse. Ein sehr interessantes Beispiel, welches zugleich als redender Beweis gegen jede allgemeine Ausdehnung von Witterungsgesetzen dient, zeigt die höchste Ungleichheit des Wetters an verschiedenen Orten bei Gelegenheit der Sonnenfinsternifs am 19. Nov. 1816. Ganz bedeckter Himmel hinderte die Beobachtung dieses Phänomens zu Leipzig, Petersburg, Hannover, Wilna, Mannheim, Cassel, Marburg, Dorpat, Mitau, auf dem Harze, zu Danzig, Cracau, Riga, Dünaburg, Gotha, Hamburg, Stettin, Schwedt, Soldin, Nürnberg, Augsburg, Göttingen; ungünstiges, aber doch unvollkommene Beobachtungen gestattendes Wetter herrschte zu Breslau, Königsberg, Kremsmünster, Culm, Warschau, Kloster Hradisch, Kopenhagen und Bütow in Hinterpommern; völlig heiteres Wetter endlich zu Berlin, Paris, Zettnim in Mecklenburg, Prag, Thorn, Dresden, Glatz, Wien, Ofen, Mailand, Stolpe in Hinterpommern, Tangermünde und auf Rügen[2]. Ein anderes, wegen Abwesenheit des blofs Zufälligen noch mehr beweisendes Beispiel ist, dafs im Jahre 1783 vom 25. Nov. bis 20. März des folgenden Jahres zu Narbonne weder Regen noch Schnee fiel, statt dafs zu Rochelle in einer Entfernung von blofs 50 Meilen in den drei ersten Monaten des Jahres 1784 bis zum 20. März in 35 Regentagen 8,5 Zoll Regen herabfielen, die kleineren Schauer nicht mitgerechnet[3].

134) Der Einflufs der Witterung auf so manche bürger-

---

1 Ann. Chim. Phys. T. LXI. p. 109.
2 Bode astron. Jahrb. 1820. S. 189.
3 Brandes Witterungskunde. S. 94.

liche Geschäfte und Verhältnisse, hauptsächlich aber auf landwirthschaftliche Vortheile, hat von jeher das Bestreben rege erhalten, das Wetter in voraus zu bestimmen, allein bis jetzt haben alle hierauf verwandte Bemühungen noch zu keinem genügenden Resultate geführt. Allerdings giebt es gewisse Kennzeichen, welche für die nächste Zukunft eine ziemlich sichere Vorausbestimmung gewähren, allein stets bleibt diese noch in verschiedenen Graden schwankend, sie beruht auf einer geschickten Combination mehrerer Anzeigen und läſst sich daher nicht erlernen, sondern nur durch längere Uebung erlangen, eine Voraussagung auf längere Zeit muſs aber, nach den bisher gepflogenen Untersuchungen, als ganz unzulässig erscheinen. Da jedoch diese Frage ohne Unterlaſs aufs Neue ventilirt wird und wegen ihres hohen allgemeinen Interesses die Aufmerksamkeit so vieler Menschen in Anspruch nimmt, so ist es gewiſs nicht überflüssig, dasjenige zusammenzustellen, was sich hierüber bestimmen läſst.

Zuerst hat Gronau[1] durch eine Zusammenstellung der Erdbeben und vulcanischen Ausbrüche, die in 119 Jahre während eines Zeitraums von 801 bis 1808 fallen, vollständig erwiesen, daſs diese Phänomene weder mit dem Stande des Barometers noch mit dem Verhalten des Wetters in irgend einem Zusammenhange stehn. Viele nehmen an, daſs der Winter ein Prognostikon des Sommers abgebe oder umgekehrt, namentlich daſs auf heiſse Sommer kalte Winter und auf strenge Winter heiſse Sommer folgen, allein obgleich dieses zuweilen eintrifft, so läſst es sich doch keineswegs als Regel betrachten. Vor einigen Jahren wurden in mehrern öffentlichen Blättern folgende Regeln bekannt gemacht. 1) Ist die mittlere Temperatur des Juli ganz oder beinahe der des August gleich, so folgt ein mäſsig kalter Winter. 2) Ist der Juli kälter als der August, so folgt ein gelinder Winter. 3) Ist der Juli heiſser als der August, so folgt ein kalter Winter. Allein Schön[2] hat aus 22jährigen Beobachtungen erwiesen, daſs diese Regel kaum öfter zutrifft, als täuscht, daſs sie aber

---

1 Schriften d. Ges. Naturf. Freunde. 3. Jahrg. 1809. S. 249.

2 Oekonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. 1830. N. 48. S. 377. Correspondenz von u. für Deutschl. 1830. N. 94 Vergl. Kastner Archiv. Th. II. S. 386.

an Wahrscheinlichkeit zunimmt, wenn man die Temperatur des Octobers zugleich berücksichtigt. Ist nämlich der Juli heifser als der August und zugleich der October kalt, fallen überhaupt kalte Stürme mit Graupeln in die zweite Hälfte des Octobers, so folgt ein strenger Winter. Als nicht ganz verwerfliche Vorzeichen des allgemeinen Charakters der Witterung dienen ohne Widerrede diejenigen Gestaltungen desselben, welche in die Zeiten der Wendepuncte der Sonne fallen, wie sich auch aus dem Einflusse der hierdurch bedingten Luftströmungen und tropischen Regen leicht erklären läfst. In der Regel pflegt das Wetter zur Zeit der Solstitien und Sonnenwenden einen bestimmteren Charakter anzunehmen und dann im Ganzen diesen beizubehalten, weswegen auch die hierauf gegründeten, an gewisse Tage gebundenen Prophezeiungen der Landwirthe keineswegs ganz verwerflich sind. Weit unsicherer sind die aus den Lunationen hergenommenen Regeln, sofern sie sich hierauf beziehn, wie hoch man auch seit alten Zeiten diese durch PILGRAM[1] vorzüglich hervorgehobenen zu stellen pflegt. SCHÜBLER[2] hat untersucht, mit welcher Wahrcheinlichkeit sich vom 3ten, 4ten und 5ten Mondstage auf das Verhalten der Witterung im ganzen folgenden Mondmonate schliefsen lasse, und aus dem Resultate geht allerdings mindestens einige Wahrscheinlichkeit der Schlufsfolgerungen hervor, allein dieses Resultat ist täuschend, denn erstlich werden die Regentage oder heiteren Tage, welche als Vorzeichen dienen sollen, in der Summe mitgezählt, die hierdurch also wachsen mufs, und aufserdem behält die bestehende Witterung ihren angenommenen Charakter in der Regel einige Zeit bei, weswegen man nach jeder anderen Periode gleich richtig schliefsen würde. Auf diese Regelmäfsigkeit im Verlaufe der Witterung, wenn sie einmal einen bestimmten Charakter angenommen hat, beziehen sich auch die durch LAMPADIUS[3] bemerkten Perioden, deren Grund nach DOVE's[4] Untersuchungen in einer nach gewissen Gesetzen erfolgenden

---

1 Ueber das Wahrscheinliche der Wetterkunde. Wien 1788. Abth. II. S. 438. Die bekannte Regel heifst: *Prima, secunda nihil, tertia aliquid; quarta et quinta qualis, tota est lunatio talis.*

2 Grundsätze der Meteorologie u. s. w. Leipz. 1831. S. 192.

3 Schweigg. Journ. Th. LVII. S. 266.

4 Poggendorff Ann. XI. 545.

Drehung des Windes zu suchen ist. Das beste Mittel zur Vorausbestimmung der nahe bevorstehenden Witterung bleibt immer noch das Barometer, jedoch lassen sich die Regeln, wonach man von seinen Schwankungen auf die Veränderungen des Wetters schliefsen mufs, nicht allgemein angeben, sondern sie müssen aus mehrjähriger Erfahrung abstrahirt werden; denn oft steigt es vor dem Regen und während desselben, und oft ist heiteres Wetter mit seinem niedrigen Stande verbunden, beides aus den über seine Schwankungen in Folge herrschender Luftströmungen oben mitgetheilten Untersuchungen leicht erklärbar. Als allgemeine Regel aber läfst sich annehmen, dafs man um so mehr auf dauerndes gutes Wetter rechnen kann, je anhaltender die regelmäfsigen Oscillationen beim mittleren Stande oder über demselben sich vorherrschend zeigen, also wenn das Quecksilber des Morgens nach 9 Uhr steigt, um Mittag etwas sinkt und am Abend seine Höhe wieder erreicht oder ihr nahe kommt, hauptsächlich aber nach einem geringen Sinken während der Nacht oder früh Morgens dann gegen 10 Uhr etwa nicht hinter dem Stande des vorigen Tages zurückbleibt. Ueberhaupt ist das Steigen des Barometers vom Abend bis zum andern Morgen ein sichereres Zeichen bevorstehenden heiteren Wetters, als wenn dieses während des Tages erfolgt, ja ich möchte es als ein Vorzeichen sehr veränderlicher Witterung angeben, wenn wiederholt ein Steigen am Tage mit einem Sinken während der Nacht verbunden ist, vorzüglich wenn die Gröfse des letzteren die des ersteren übertrifft. Endlich deuten schnelle Wechsel des Barometerstandes auf veränderliches Wetter, geringe und noch mehr ein stabiles Verhalten auf beständige Witterung[1].

135) Die sonstigen gewöhnlichen Vorzeichen der Witterung hat Schübler[2] sehr vollständig angegeben; sie lassen sich besser durch Uebung als aus Beschreibungen erlernen.

---

1 Die oben §. 60. bereits erwähnte Angabe von Parry, dafs das Barometer vom 74sten Breitengrade an die Veränderungen des Wetters nicht im voraus verkündigte und erst vom 60sten Grade an diese bekannte Eigenschaft wieder zeigte, steht bis jetzt noch allein und mufs erst durch weitere Beobachtungen bestätigt oder widerlegt werden.

2 Grundsätze der Meteorologie. S. 191. Vergl.: der untrügliche Wetterprophet oder gründliche Anleitung u. s. w. Carlsruhe 1812. 8.

Es gehören dahin zuerst die aus der Beschaffenheit der Atmosphäre entnommenen, die im Ganzen darauf hinauslaufen, dafs die Anwesenheit grofser Feuchtigkeit der Luft auf bevorstehenden Regen schliefsen läfst; dahin gehören die durch vorhandene Dunstkügelchen oder Eistheilchen erzeugten Höfe um Sonne und Mond, die Nebensonnen und Nebenmonde, die jedoch nicht sichere Vorboten von Hydrometeoren sind, weil sich die Dünste wieder auflösen können. Ein rothes Aussehn des Mondes soll Wind, ein blasses Regen, ein helles Heiterkeit des bevorstehenden Wetters andeuten[1], sicherere Zeichen aber giebt die Sonne, indem Regen bevorsteht, wenn sie trübe aufgeht, und noch sicherer, wenn nach ihrem Untergange an der Stelle, woher der Wind weht, Wolken aufsteigen. Ebenso folgt auf Morgenröthe mit ebenso überwiegender Wahrscheinlichkeit Regen, als auf Abendröthe heiteres Wetter, nach Schübler ersteres im Verhältnifs von 61,6 zu 6,8, letzteres wie 63,7 zu 16. Erscheinen insbesondere des Abends Berge und Anhöhen näher, sind sie vorzüglich klar und scharf begrenzt, glänzen und funkeln die Sterne vor Mitternacht stark, so deutet dieses auf Regen, weil dann südliche und westliche warme Luftströmungen eine kurzdauernde Auflösung der wässerigen Dünste bewirken. Nichts deutet so sehr auf anhaltend regnerisches Wetter, als wenn die Strahlen der untergehenden Sonne eine auffallende Beleuchtung der Gegenstände mit etwas kupferfarbigen sehr gelben Lichtstrahlen hervorbringen[2]. Nebel geben wenig sichere Anzeigen, auch sind letztere an verschiedenen Orten ungleich, doch kann im Allgemeinen gesagt werden, dafs Winter- und Sommernebel Niederschläge, Herbstnebel, hauptsächlich im August, September und October, heiteres Wetter verkünden; dagegen ist das Ansammeln von Nebelwolken um die Spitzen hoher benachbarter Berge und in Bergschluchten, ferner das sogenannte Rauchen der Berge[3] ein sicheres Vorzeichen wässeriger Niederschläge. Thau, insbe-

---

Senebier in Journ. des Sciences utiles. Daraus in Gothaisches Mag. Th. VIII. St. 2. S. 1.

1 Aratus sagt schon: *Pallida luna pluit, rubicunda flat, alba serenat.*

2 Vergl. H. Davy in Salmonia. Daraus in Edinb. New Phil. Journ. N. X. p. 387.

3 Vergl. *Nebel.* Bd. VII. S. 20.

sondere ein starker, läfst auf heiteres Wetter schliefsen, das Ausbleiben desselben bei heiterem Himmel und nicht erfolgende Abkühlung der Nacht deuten mit hoher Sicherheit auf trübes und regnerisches Wetter. Die stärkere Verbreitung riechbarer Stoffe, sowohl der wohlriechenden als auch insbesondere von fauligen Stoffen, hauptsächlich bei Nacht, deuten auf regnerisches Wetter, weil die Dünste in der Luft diesen Substanzen zum Vehikel dienen, und ebenso der hellere Schall, wenn er von Süden oder Südwesten herkommt, noch mehr ein fernes Brausen aus jenen Gegenden, weil es durch Luftströmungen in dieser Richtung, letzteres insbesondere in höheren Regionen der Luft, erzeugt wird.

136) Ein hoher Grad der Feuchtigkeit der Atmosphäre, insbesondere wenn er mit ungewöhnlicher Wärme verbunden ist, deutet auf baldigen Regen; denn eine erfolgende Abkühlung mufs Niederschläge zur Folge haben. Wird daher ein vorzüglicher Feuchtigkeitszustand durch das Hygrometer angezeigt, so darf man auf baldige Hydrometeore rechnen; allein man bedarf hierzu der eigentlichen Apparate nicht, vielmehr deutet das Schwitzen der Wände, das Feuchtwerden des Steinpflasters und steinerner Treppen, das Zerfliefsen des Kochsalzes, das Quellen des Holzes, das Ansetzen und Glimmen des Rufses an den Pfannen und Töpfen, insbesondere das Ankleben des frisch gemahlenen Kaffees an den Wandungen der Kästchen gleichzeitig auf beides und wird daher in den Oekonomieen zur Voraussagung nassen Wetters benutzt, so wie das Gegentheil als Vorzeichen heiterer Witterung dient. Auf glatteisenden Regen, wenn er auch nur von kurzer Dauer und von heftiger Kälte begleitet ist, ja selbst wenn nachher die Kälte zunimmt, folgt fast ohne Ausnahme Thauwetter binnen etwa 48 Stunden. Das Knacken der hölzernen Meubeln, welches nördlichen und östlichen Winden vorauszugehn pflegt, ist eine Folge der schon vorausgehenden Trocknifs. Hieraus erklärt sich das Tönen der in einem Schranke aufgestellten Gläser vor einem Sturme, welches Belmont[1] beobachtete und unrichtig von der Elektricität ableitete. Was man als Vorzeichen aus dem Pflanzenreiche anführt, dafs nämlich manche Gewächse ihre Blätter und Blüthen in den sogenannten

1 Ann. Chim. Phys. T. XXXVI. p. 418.

Schlafzustand legen, ist vielmehr als Folge der schon beginnenden wässerigen Niederschläge zu betrachten, doch pflegt das Hervorschiefsen mancher Schwämme, namentlich aus der Gattung *Agaricus*, schon vorauszugehn. Sonstige Vorzeichen, als das späte und vollständige Blühen mancher Heiden, namentlich der *Erica vulgaris*, welches einen strengen Winter verkündigen soll, sind im Ganzen sehr unsicher.

137) Die Vorzeichen aus der Thierwelt sind unter allen die räthselhaftesten und doch mitunter die sichersten. Sie beruhn im Ganzen auf der Empfindlichkeit der Nerven gegen atmosphärische Einflüsse, jedoch ist damit bei weitem nicht alles und eigentlich wohl nichts erklärt. Dahin gehört die Ermattung und das drückende Vorgefühl der meisten Menschen vor Gewittern, das Schmerzen alter Narben, das Jucken und Stechen der Frostbeulen und Hühneraugen, die Anfälle von Kopfschmerzen und Gichtübeln von bedeutenden Wetterveränderungen, deren Erklärung bis jetzt unmöglich war. Von den vielen Vorzeichen bei Säugethieren erwähne ich nur das begierige Fressen der Schafe und das Grasfressen der Hunde vor dem Regen, bei Vögeln aufser den Kennzeichen, die man von den Zugvögeln herzunehmen pflegt[1], das ungewöhnliche Schreien, Singen und Krähen, so wie die Begierde des Badens und sich dem beginnenden Regen auszusetzen, bei den Fröschen die bemerkbare Unruhe und das viele Quaken, bei den Insecten das Stechen der Schnaken, die Geschäftigkeit der Ameisen und die Trägheit der Bienen. Man pflegte früher Laubfrösche in Gläsern zu halten, um sie als Wetterpropheten zu beobachten, ebenso Blutegel und die sogenannten Wetterfische oder Schlammpizger (*Cobitis fossilis Bloch.*), welche alle vor Regen und Sturm unruhig werden und im Sande am Boden der Gefäfse wühlen. Auch die Spinnen galten seit langer Zeit für Verkündiger des Wetters, sie kamen aber in hohen Credit, als Quatremère d'Isjonval[2] auf ihre Anzeigen bevorstehende Kälte prophezeite, die auch wirklich erfolgte und dem französischen Heere das Eindringen in die Niederlande möglich machte. Seitdem sind sie mit vermehrter Aufmerksamkeit von sehr vielen Meteorologen beobachtet worden

---

1 Vergl. Kastner Archiv für Chem. u. Met. Th. IV. S. 399.
2 Araneologie. Frankf. 1798. 8.

und nicht wenige derselben, unter denen ich nur ORPHAL[1], SCHARFENBERG[2] und J. WEBER[3] nennen will, stellen sie in dieser Beziehung sehr hoch; ich gestehe jedoch offen, dafs ich sowohl die von diesen angegebenen Regeln in Anwendung zu bringen, als auch aus eigenen Beobachtungen solche zu abstrahiren gesucht habe, ohne zu einem genügenden Resultate zu gelangen. Nach SCHÜBLER[4] steht regnerisches und stürmisches Wetter bevor, wenn die Spinnen ihr radförmig ausgespanntes Gewebe zum Theil selbst zerreifsen, in ihre Löcher und Schlupfwinkel zurückkehren, überhaupt weniger sichtbar sind, und wenn einige Hängespinnen sich mitten in den Wohnungen an Fäden herablassen, ohne sie am Boden zu befestigen, vielmehr an diesen gerade wieder in die Höhe steigen.

Die Literatur der Meteorologie ist sehr reich, inzwischen sind die vorzüglicheren Werke und Abhandlungen gelegentlich erwähnt worden und es scheint mir daher genügend, wenn ich hier nur das kurze, zur Erlangung einer Uebersicht des Ganzen sehr geeignete Werk von SCHÜBLER und das grofse, sehr gelehrte, dem forschenden Meteorologen unentbehrliche von KAMTZ, beide mehrmals von mir erwähnt, nochmals besonders nenne[5].

M.

---

1 Die Wetterpropheten im Thierreiche u. s. w. Leipz. 1805.

2 Wetteranzeige u. s. w. Wien 1819.

3 Die Spinnen sind Deuter des kommenden Wetters. Landshut 1800.

4 A. a. O. Aehnliche Regeln empfiehlt KRAUS in Correspondenzbl. d. würtemb. landwirthschaftl. Vereins. Stuttgart 1829. 15ter Jahrg. S. 88.

5 Unter den älteren Werken ist LAMBERT Vorschläge zu verschiedenen Beobachtungen u. s. w. Aus d. Franz. 1788. zu empfehlen. Unter den neueren: SENEBIER Météorol. pratique. Par. u. Gén. 1810. Researches about atmospheric phenomena. By Thow. Forster. 2d. ed. Lond. 1815.

Meteorstein.

Meteorolith, Mondstein; *Lapis de* (oder *ex*) *coelo delapsus*; Pierre météorique, Aërolithe; *Meteorous stone*.

Unter Meteorsteinen versteht man diejenigen Steine und auch wohl sonstigen mineralischen Massen, welche beim Zerplatzen von Feuerkugeln herabfallen. Da von den letzteren bereits gehandelt worden ist[1], so wird es genügen, hier blofs das Herabfallen meteorischer Massen vom Himmel zu berücksichtigen.

1) Schon aus den ältesten Zeiten hat man Nachrichten von Steinen, die vom Himmel gefallen seyn sollten und die man zum Theil unter dem Namen *Baethylia*, *Ceraunia*, *Brontia* u. s. w. als Heiligthümer aufbewahrte oder auch das Andenken an ihr Herabfallen durch Münzen verewigte, worauf sie durch einen über ihnen befindlichen Stern kenntlich sind. Chladni[2] hat diese Angaben, unter denen die Erzählung des Livius[3], dafs es im Jahre 654 v. Chr. auf dem Albanischen Berge Steine geregnet habe (*lapidibus pluisse*) wohl die bekannteste ist, in möglichster Vollständigkeit theils aus den Quellen selbst, theils aus den Werken von Münter[4], v. Dalberg[5], Abel-Remusat[6], Bigot de Morogues[7] und Anderen zusammengetragen. Obgleich über einige dieser Ereignisse Protocolle aufgenommen worden waren, welche die Thatsache selbst historisch bestätigten, so bezweifelte man doch, namentlich am Ende des vorigen Jahrhunderts, die Sache gänzlich und hielt

1 S. Art. *Feuerkugel*. Bd. IV. S. 209.

2 Ueber Feuer-Meteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen. Wien 1819. 8. S. 173.

3 Histor. Lib. I. C. 30.

4 Ueber die vom Himmel gefallenen Steine, Bäthilien genannt. Kopenh. 1805. G. XXI. 51.

5 Ueber Meteor-Cultus der Alten, vorzüglich in Bezug auf Steine, die vom Himmel gefallen sind. Heidelb. 1811.

6 Journ. de Phys. 1819. Mai.

7 Mémoire historique et physique sur les chutes des pierres tombées à la surface de la terre à différentes époques. Orléans 1812.

die Nachrichten für Fabeln oder die Beobachter für getäuscht, weil solche Ereignisse mit ausgemachten Naturgesetzen unvereinbar seyen. Zwar hatte schon HALLEY[1] geäufsert, die Feuerkugeln beständen aus zusammengeballter kosmischer Materie, auch glaubte T. BERGMANN[2], dafs die Nachrichten von herabgefallenen Steinen nicht geradezu für Fabeln zu halten seyen, allein dennoch mufs CHLADNI für den ersten eigentlichen Verfechter der Meinung gehalten werden, dafs nicht blofs ausnahmsweise und als äufserste Seltenheit, sondern vielmehr sehr häufig selbst grofse Massen vom Himmel herabfielen. Zuerst äufserte er diese Hypothese in Beziehung auf die von PALLAS in Sibirien aufgefundene Eisenmasse[3], deren Form und Bestandtheile nach der Natur ihres Fundortes dort nicht entstanden seyn konnten und von welcher es aufserdem hiefs, dafs sie vom Himmel gefallen sey. Um dieselbe Zeit (16. Jun. 1794) ereignete sich der bekannte Steinfall zu Siena, worüber SOLDANI[4], SPALLANZANI und TATA[5] verschiedene Nachrichten bekannt machten, die um so weniger zweifelhaft scheinen konnten, da auf Veranlassung der Regierung der Gerichtshof zu Pienza die Sache untersuchte und zwölf Augenzeugen darüber abhörte[6]. Als einen Gegner der Hypothese erklärte sich DE LUC mit solcher Leidenschaftlichkeit, dafs er sagte, er würde die Thatsache nicht glauben, wenn er auch selbst einen Stein zu seinen Füfsen vom Himmel herabfallen sähe, und auch dessen Bruder blieb beharrlich bei seinem Widerspruche, indem er zugleich die sibirische Eisenmasse für einen Auswürfling eines Vulcans erklärte[7]. Am 13. Dec. des folgenden Jahres fiel bei Woodcottage in Yorkshire ein 56 ℔. schwerer Stein nach einem heftigen Knalle und unter Fun-

---

1 Philos. Trans. XXIX. p. 161. XXX. p. 978.

2 Phys. Beschreibung d. Erdkugel. Th. II. S. 80.

3 Ueber den Ursprung der von PALLAS entdeckten Eisenmasse und einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen. Leipz. 1794. 4.

4 Opuscoli scelti da C. AMORETTI. Atti dell' Accademia di Siena T. IX.

5 Memoria sulla pioggia di pietre nella Campagna Sanese. Napoli 1794.

6 G. VI. 13.

7 Biblioth. Britann. T. XVII. XVIII. XIX.

kensprühen vor mehreren Augenzeugen vom Himmel herab, drang durch 12 Zoll Dammerde und 6 Z. Kreideboden, war noch heiſs beim Herausnehmen und roch nach Schwefel[1]. Als darauf auch die Nachricht einging, daſs gleichfalls am 13. Dec. 1798 zu Krakhut bei Benares in Bengalen aus einer groſsen Feuerkugel mit donnerartigem Getöse mehrere Steine herabgefallen seyen[2], und da diese Thatsache nicht bezweifelt werden konnte, weil Davis, der Richter des Districts, sie eigends untersuchen lieſs, als insbesondere die dort gesammelten Steine mit dem englischen verglichen sich bloſs durch ungleiche Feinheit des Korns unterschieden, so ging man in England, und zwar zuerst King[3], demnächst Howard[4], allgemein zum Glauben an die Wirklichkeit von Meteorsteinfällen über. Hierdurch wurden dann auch die französischen Gelehrten bewogen, ihre Zweifel aufzugeben, und das Institut benutzte die erhaltene Nachricht von einem am 26. April 1803 bei Aigle im Dep. de l'Orne statt gehabten Steinfalle, um durch genaue Constatirung der Sache jeden künftigen Widerspruch zu entfernen. Biot wurde zur Untersuchung des ganzen Ereignisses hingesandt, überzeugte sich von der Wirklichkeit der Thatsache, stattete einen vollständigen Bericht über alle Haupt- und Nebenumstände ab[5] und man kann sagen, daſs erst hierdurch alle bis dahin noch gehegten Zweifel gänzlich zerstreuet wurden. Die letzte öffentliche Untersuchung einer solchen wichtigen Begebenheit ist von der österreichischen Regierung veranstaltet worden, indem v. Schreibers und v. Widmanstädten nach Stannern in Mähren reisten, um von dem, einer erhaltenen Anzeige nach, dort am 22. Mai 1808 statt gehabten Meteorsteinfalle sichere Kunde einzuziehn[6]. Durch alle diese Bemühungen wurde nicht bloſs die Sache selbst völlig ausge-

---

1 Gentlemans Magazine 1796. Febr.

2 Philos. Trans. 1802. G. XIII. 291.

3 Remarks concerning stones said to have fallen from the clouds in these days and in the ancient times. Lond. 1796.

4 Philos. Trans. 1802.

5 Mémoires de l'Institut. T. VII. G. XVI. 44.

6 Vaterländische Blätter für den österreichischen Kaiserstaat. 1808. N. 13. Auf gleiche Weise wurde über den Meteorsteinfall bei Wessely in Mähren am 9. Sept. 1831 ein genaues Protocoll aufgenommen. Zeitschrift für Physik u. verwandte Wissensch. Th. I. S. 199.

macht, sondern man lernte auch das ganze Phänomen mit seinen Eigenthümlichkeiten so genau kennen und wurde mit der Form und den Bestandtheilen der herabgefallenen Massen so innig vertraut, dafs es seitdem leicht ist, die Zuverlässigkeit anderer Nachrichten und die Aechtheit der für meteorisch ausgegebenen Fossilien zu prüfen; es bedarf daher bei ähnlichen Ereignissen solcher weitläuftigen Untersuchungen nicht mehr, und blofs dann, wenn die Umstände abweichend und die gefundenen Substanzen von ganz verschiedener Beschaffenheit sind, ist es rathsam, eine genaue Prüfung vorzunehmen, um mit Gewifsheit beurtheilen zu können, was für Stoffe überhaupt auf diese Weise zur Erde kommen. Dieses geschah bei derjenigen sehr alkalischen Masse, welche nach erhaltenen Nachrichten am 6. Aug. 1820 bei Ovelgönne im Oldenburgischen vom Himmel gefallen und einen Heuhaufen entzündet haben sollte. Da diese Substanz von allen früheren bedeutend abwich, so war es von grofser Wichtigkeit, durch Verwendung bei dem Regierungs-Präsidenten v. Berg eine legale Untersuchung des ganzen Ereignisses zu erwirken, aus welcher sich dann ergab, dafs der Blitz den Heuhaufen entzündet und das entstandene Feuer aus der grofsen Menge Heu eine beträchtliche sehr alkalische, poröse und lockere Masse zusammengeschmolzen hatte, wie sie auch sonst wohl in verbrannten Heu- oder Strohmagazinen gefunden werden[1].

2) Es ereignet sich aufserordentlich häufig, dafs meteorische Massen aus Feuerkugeln vom Himmel fallen. Chladni hat alle ihm bis zum Erscheinen seines Werkes bekannt gewordene Fälle gesammelt und sonach ein sehr vollständiges Verzeichnifs aufgestellt. Dieses ist von ihm seitdem theils ergänzt, theils fortgesetzt[2] worden und nach seinem Tode ist Letzteres durch v. Hoff[3] geschehn. Die hierin zusammengestellten Nachrichten sind weit genauer und reichhaltiger, als die in sonstigen Verzeichnissen enthaltenen, die deswegen keine nähere Erwähnung verdienen. Zu den interessanten, von

1 G. LXVI. 328. LXXIII. 379.

2 In G. LXVIII. 329. LXXI. 359. LXXV. 229. Poggendorff Ann. II. 151. VI. 21 u. 161. VIII. 45. Schweigger's Journ. XXXVI. 1. XLIV. 475.

3 Poggendorff Ann. XVIII. 174 u. 315. XXIV. 222. XXXIV. 339.

Chladni nicht aufgefundenen Nachrichten von Meteorsteinfällen gehören jedoch die durch J. v. Hammer[1] mitgetheilten, wonach im Jahr 856 ein 135 ℔. schwerer Stein in Aegypten, um 1440 eine Masse Meteoreisen in Kleinasien und 1740 zwei Meteorolithen in Rumelien im Angesichte mehrerer Augenzeugen vom Himmel fielen. Auch L. Bossi[2] hat ein reichhaltiges Verzeichniſs in alten Zeiten beobachteter Meteorsteinfälle aufgestellt, ein älteres, von Chladni benutztes, hat Jameson[3] mitgetheilt und C. Ritter[4] einige interessante Nachrichten aus dem Oriente bekannt gemacht. Zwei Fälle, den einen eines Meteorsteins und den andern von Meteoreisen, welches mit gewöhnlichem verbunden zu Schwertern ausgeschmiedet wurde, entlehnte Wilken[5] aus einem arabischen Manuscripte. Einer der neuesten Meteorsteinfälle ereignete sich im Departement Ain am 13. Nov. 1835, also gerade an dem Tage der so ungemein zahlreichen Sternschnuppen, und zeichnete sich noch obendrein dadurch aus, daſs der Meteorolith ein Haus anzündete[6]. Die Nachricht von einer Feuerkugel, welche Mérobréaz[7] am 8. Febr. 1836 im Thale Suse zwischen St. Ambrosius und Rivoli gesehn haben will, die sich von der Erde zu 30 Fuſs erhob, nach Art frei verbrennenden Schieſspulvers mit einem Glanze wie ein römisches Licht zerplatzte und eine Art weiſsen Pulvers herabfallen lieſs, ist wohl noch rücksichtlich ihrer Aechtheit zweifelhaft. Wenn man auch berücksichtigt, daſs manche der aufgezählten Fälle noch problematisch sind, so ist dennoch ihre Zahl unglaublich groſs. In Frankreich wurden von 1790 bis 1815, also in einem Zeitraume von 26 Jahren, 10 solche Ereignisse beobachtet. Chladni[8] berechnet den Flächenraum, über welchen sich diese Steinfälle erstreckten, zu 6000 Quadratmeilen, und da dieser sich zu dem der ganzen Erde wie 1 zu 2000 verhält, so läſst sich nach v. Schreibers mit groſser Wahrscheinlichkeit annehmen, daſs überhaupt in diesem

1 Wiener Zeitschrift. Th. VII. S. 264.
2 Brugnatelli Giorn. T. IV. p. 313.
3 Edinb. Philos. Journal. N. II. p. 221.
4 Poggendorff Ann. XVIII. 621.
5 Ebend. XXVI. 350.
6 Eb. XXXVI. 562. XXXVII. 460.
7 Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 145.
8 A. a. O. S. 93.

Zeitraume mindestens 18000 Meteorsteinfälle statt gefunden haben, da man doch nicht füglich jene Gegend für vorzugsweise begünstigt halten kann und es außerdem fraglich bleibt, ob über jener Strecke alle einzelne Erscheinungen beachtet und bekannt gemacht worden sind. Hieraus geht aber das Resultat hervor, daſs der Meteorsteinfälle im Durchschnitt auf jedes Jahr 700 für die ganze Erde oder für jeden Tag 2 kommen[1]. Ob sie in gewissen Jahren häufiger sind als in andern, darüber ist schwer zu entscheiden, und es müſste jemand, um diese Frage auch nur annähernd zu beantworten, eine geraume Reihe von Jahren hindurch anhaltend mit gleicher Sorgfalt alle ihm bekannt werdenden Nachrichten aufzeichnen. Auf jeden Fall verwirft Chladni jede Periodicität und hält die von Ritter[2] aufgestellte Hypothese, wonach die Meteorsteinfälle mit den Nordlichtern wechseln sollen, für durchaus nichtig.

3) Wenn aus den Feuerkugeln Meteorsteine herabfallen, so ist das Getöse ihres Zerplatzens ausnehmend stark. Bei Aigle hörte man dasselbe über eine Fläche, deren Radius auf 30 Lieues geschätzt wurde, es glich 3 bis 4 Kanonenschüssen und darauf folgendem kleinen Gewehrfeuer und soll 5 bis 6 Minuten gedauert haben; bei Stannern soll das Getöse sogar 8 Minuten lang gehört worden seyn und die Erschütterung der Luft durch den Schall fühlte man bis auf eine Entfernung von 10 Meilen. An dem ersteren Orte fielen gegen 2000 Bruchstücke von Steinen, deren gröſstes 17,5 ℔. wog, das kleinste aber nur 2 Quentchen; sie lagen über einer elliptisch gestalteten 2,5 franz. Meilen langen und 1 Meile breiten Fläche so vertheilt, daſs im Anfange der Explosion aus der fortbewegten Feuerkugel die meisten und gröſsten Steine herabgefallen waren; am letzteren Orte hatte die Fläche, worauf die Steine gefunden wurden, gleichfalls eine längliche Gestalt, auch lag an der einen Seite derselben in der Richtung, in welcher das

---

1 Man hat hiergegen eingewandt, daſs irgend ein anderes Land, als Norm angenommen, ein abweichendes Resultat gegeben haben würde. Von groſser Bedeutung ist dieser Einwurf nicht, denn der Grund der gröſseren Zahl kann nur darin liegen, daſs Frankreich überall sehr bevölkert ist und Erscheinungen dieser Art dort sowohl allgemeiner beachtet, als auch schneller bekannt gemacht werden.

2 G. XVI. 222.

Meteor sich bewegt hatte, die gröfste Menge von Steinen[1]. Die sogleich nach ihrem Herabfallen aufgefundenen Massen waren heifs, zuweilen noch glühend, und viele zeigten Spuren von Eindrücken, woraus man schliefsen mufste, dafs sie weich gewesen waren, namentlich färbte der die Rinde bildende schwarze Ueberzug der bei Stannern gefundenen die Hände schwarz und klebte nach Art der Wagenschmiere. Die Tiefe, bis zu welcher die Steine in die Erde eindringen, ist sehr ungleich; am gröfsten war sie bei der am 26. Mai 1751 bei Hradschina im Agramer Comitate herabgefallenen 71 ℔. schweren Eisenmasse und betrug nach der darüber aufgenommenen Urkunde 3 Klafter[2]; der 33 ℔. schwere Stein vom 9. Jan. 1583 zu Castrovillari in Abruzzo drang 3 Ellen tief ein[3], andere weniger tief, bis auf einige Zoll.

4) Eine eigentlich genaue Kenntnifs der äufseren Form und des Aussehns der Meteormassen kann blofs die eigene Anschauung geben, wozu die reiche Sammlung im Mineralien-Cabinette zu Wien das beste Hülfsmittel darbietet, in Ermangelung dessen aber giebt das angezeigte Werk v. Schreibers mit den ausnehmend ähnlichen Zeichnungen der bekanntesten vorhandenen Proben die vollständigste Vorstellung, die sich auf diese Weise erlangen läfst. Die Gestalt der Meteorsteine ist regellos und mannigfaltig verschieden, dennoch aber hat v. Schreibers zuerst wahrgenommen[4] und Chladni nachher bestätigt gefunden, dafs ihnen im Ganzen ein ungleichseitiges, drei- und vierseitiges Prisma und eine mehr oder weniger vollkommene verschobene Pyramide zum Grunde liegt, welcher Typus sich in einigen, zur Trappformation gehörigen, terrestrischen Fossilien wieder findet, die den Meteorsteinen auch in anderer Beziehung ähnlich sind. Die Flächen der Steine sind nur selten fast eben, meistens gebogen und zwar so, dafs der Convexität der einen Seite eine Concavität auf der andern gegenüber steht, woraus hervorzugehn scheint, dafs die

---

1 Beiträge zur Geschichte und Kenntnifs meteorischer Stein- und Metallmassen von C. v. Schreibers. Wien 1820. fol. S. 87. Eine Charte der Umgegend von Stannern versinnlicht die Sache.

2 Stütz Bergbaukunde 1790. Th. II.

3 Tommso Costo Istoria di Napoli. Venez. 1613. T. III. p. 98.

4 G. XXXI. 52.

Masse in grofse und kleine Stücke getrennt wurde, als die Masse, nach allen Umständen zu schliefsen, sich in einem durch Hitze erweichten Zustande befand und durch die im Innern sich entwickelnden Dämpfe blasenartig ausgedehnt, zuletzt aber zersprengt wurde. An den abgerundeten Ecken treffen meistens drei, selten vier Seiten zusammen. Bei manchen Meteorsteinen, namentlich denen, die viele eckige und kugelige Körper enthalten, zeigen sich kleinere und gröfsere Vertiefungen, oft in grofser Menge, auf der Oberfläche.

5) Alle Meteorsteine (den von Chantonay von 1812 etwa ausgenommen) sind auf ihrer Oberfläche, da wo kein frischer Bruch vorhanden ist, mit einer dünnen schwarzen Rinde überzogen. Nach Chladni und v. Schreibers[1] übersteigt die Dicke derselben 0,25 Linie, ändert also die Gestalt nicht und macht die Oberfläche nicht ebener; sie ist bei verschiedenen Exemplaren, selbst bei solchen, die gemeinschaftlich herabfielen, und an einzelnen Stellen oft sehr ungleich. An den meisten ist sie schwarz und wenig glänzend, an andern schwarzbraun und matt oder etwas glänzend, wie ein Lack, an noch andern schwärzer und matt metallisch glänzend, in welchem Falle sie stärker auf den Magnet wirkt, an einigen ist sie sogar pechartig glänzend, an einigen mehr zusammenhängend, an andern rissig, an manchen Stellen ist sie so hart, dafs sie am Stahl Feuer giebt, an andern, besonders wenn die Steine selbst locker und zerreiblich sind, ist sie weich. Bei einigen Steinen ist etwas von der Rinde selbst in das Innere eingedrungen und insbesondere ist dieses da der Fall, wo sich Risse finden. An einigen Stellen ist die Rinde geadert und blätterförmig, zuweilen zeigt sie sich etwas wulstig, oder es befinden sich an Stellen, wo sie im Ganzen fehlt, einige durch zusammenhängende kleine Kügelchen gebildete Streifen. Nach den Versuchen von v. Scherer[2] und v. Schreibers entsteht eine solche Rinde nicht, wenn man die Masse der Meteorsteine durch einen Brennspiegel oder in der heftigsten Hitze eines Porzellanofens zur Schmelzung bringt, vielmehr wird dann die Substanz rothbraun oder schwarzbraun, statt dafs die natürliche Farbe unter der Rinde die gewöhnliche

1 G. XXXI. 52.
2 G. XXXI. 1 ff.

graue oder gelblichgraue des Innern der Meteorsteine ist. Eine etwas weniges ähnliche Rinde läfst sich erzeugen, wenn man die Oberfläche einige Zeit unter Glas oder unter Kupfer geschmolzen erhält. Beide Gelehrte sind daher der Meinung, die Rinde entstehe durch einen elektrischen Schlag während des Fallens, wodurch blofs ein Theil der Oberfläche geschmolzen werde, ohne dafs die Erhitzung sich der ganzen Masse mittheile oder eine eigentliche Oxydation während der kurzen Dauer dieses Processes statt finde. Chladni dagegen stellt zwar die Mitwirkung der Elektricität nicht in Abrede, meint aber, die Rinde entstehe hauptsächlich durch Hinzukommen von geschmolzenem Schwefel mit etwas Eisen und Kohlenstoff von aufsen, welche Substanzen während der Erhitzung am leichtesten aus der Masse verdampften; es dürfte aber schwer seyn, sich eine klare Vorstellung davon zu machen, wie diese Bestandtheile erst durch Verdampfung sich von der Gesammtmasse trennen und dann zum Theil als Rinde sie wieder überziehn sollten, ein anderer Ursprung derselben ist jedoch ganz undenkbar. Dabei verdient aber hauptsächlich berücksichtigt zu werden, dafs die Rinde häufig anfangs weich, abfärbend und schmierig gefunden wurde. Minder bedeutend scheint mir zu seyn, dafs bei einigen Meteorsteinen mindestens stellenweise ein doppelter Rinden-Ueberzug vorhanden ist.

6) Die Meteorsteine haben eine gewisse eigenthümliche Beschaffenheit, wodurch sie sich von allen irdischen Fossilien unterscheiden, aber dennoch zeigen sie eine so grofse Verschiedenheit unter einander, dafs Chladni es für schwierig hält, ihren allgemeinen Charakter anzugeben. Nach diesem erfahrensten Kenner derselben bestehn sie gewöhnlich aus einem heller oder dunkler grauen Cemente, worin sich gediegenes Eisen in Puncten oder Zacken, Schwefeleisen in Puncten oder in gröfseren runden, eckigen und länglichen Stücken, braune Flecke von Eisenoxyd, kleinere oder gröfsere runde und ovale Körner einer härteren Steinart, kleine Massen einer weifsen erdigen Substanz, die Kalk- oder Thonerde zu seyn scheinen, kleine Theilchen, die mit Feldspath, einige auch mit Olivin, Aehnlichkeit haben, eingebacken finden. Da die Steine beim Herabfallen weich und zerreiblich sind, auf jeden Fall in einem höhern Grade, als eine geraume Zeit nachher, wie dieses namentlich bei den unweit Stannern herabgefallenen

sich zeigte, so ist zu verwundern, daſs nicht mehr derselben beschädigt oder stärker zerschlagen, vielmehr nur etwa mit abgestoſsenen Ecken oder flachen Eindrücken, gefunden wurden. Scherer[1] findet die Ursache hiervon in einer abstoſsenden Kraft der ihnen eigenen Elektricität, allein diese Hypothese bedarf wohl keiner Widerlegung. Ein groſser Theil des Wunderbaren fällt weg, wenn man berücksichtigt, daſs die meisten Meteorsteine auf lockeres Erdreich fielen, manche zerschellte Stücke aber eben deswegen nicht aufgefunden wurden, weil sie alsdann unkenntlich waren, und vielleicht ist leichte Zerreiblichkeit gleich nach dem Entstehn so sehr ihre Eigenschaft, daſs nur die weich auffallenden erhalten worden sind; denn die tief in die Erde eingedrungenen waren Metallmassen. Der Widerstand der Luft kann so sehr nicht in Anschlag kommen, da sie viel specifisch schwerer sind und mindestens aus gleicher Höhe herabfallen, als die Hagelkörner, die häufig stark zerschlagen werden, wohl aber ist die geneigte Richtung ihres Fallens, die sie beim Zerplatzen annehmen und die schon aus dem weiten Raume, über welchen sie zerstreuet liegen, hervorgeht, sehr in Anschlag zu bringen. Die Dichtigkeit der Steine ist sehr verschieden, einige sind so locker, daſs sich Luft hindurchblasen läſst und sie das Wasser begierig aufsaugen, andere sind sehr fest, noch nie aber, mit Ausnahme des von Chantonay (1812), sind Höhlungen oder Blasenräume darin gefunden worden. Das *spec. Gewicht* ist im Mittel ungefähr 3,5 und wechselt mit der Dichtigkeit und der ungleichen Menge des darin eingeschlossenen Eisens. Am geringsten war es bei dem von Alais (1806), nämlich nur 1,94, am stärksten bei dem von Tabor (1753), nämlich 4,28, bei den von Stannern schwankte es zwischen 2,95 und 3,16. Ebenso ist die Wirkung auf den Magnet verschieden und hängt von der Menge und der Oxydation des eingeschlossenen Eisens ab.

7) Das nickelhaltige Eisen, welches einen vorzüglichen Bestandtheil der Meteorsteine ausmacht, findet sich in denselben als rundliche Körner oder regellose Stückchen, es giebt aber auſserdem noch bedeutende Massen von solchem Eisen, welche gewiſs oder ihrer Beschaffenheit nach zu schlieſsen gleichfalls meteorischen Ursprungs sind. Das vorzüglichste

1 G. XXXI. 1.

Exemplar solcher gediegenen sogenannten *meteorischen Eisenmassen* ist die sibirische, welche im J. 1749 vom Kosaken Medwedef aufgefunden, von Pallas[1] beschrieben wurde und wovon viele Bruchstücke sich in den Mineralien-Cabinetten befinden, der bedeutende Rest von 1270 ℔. aber der Kaiserl. Akademie zu Petersburg zugehört[2]. Sie ist ein unförmlicher, schwarzbraun glänzender, löcheriger, an vielen Stellen auf der Oberfläche und in Vertiefungen Olivin enthaltender Klumpen zähen, sowohl kalt als auch warm hämmerbaren, gediegenen Eisens, dessen Gewicht 1400 Russ. Pfunde betrug. Die äufsere Gestalt, der grofse Gehalt an Nickel, die Aussage der Tataren und der Umstand, dafs solches Eisen sonst nirgends vorkommt, veranlafsten Chladni, diese Masse für meteorischen Ursprungs zu halten, und die Uebereinstimmung der Beschaffenheit dieses Eisens mit dem in Meteorsteinen gefundenen hat später diese Ansicht bestätigt. Aufserdem giebt es noch verschiedene Massen gediegenen Eisens, die man in Folge darüber vorhandener Nachrichten, hauptsächlich aber wegen ihrer äufseren Gestalt und eines beträchtlichen Antheils von Nickel, für meteorischen Ursprungs hält. Unter die bekanntesten und mindest zweifelhaften gehört vor allen die im J. 1751 am 26. Mai bei Hradschina im Agramer Comitate vor mehreren Augenzeugen vom Himmel gefallene, die sich 71 ℔. schwer im Wiener Naturalien-Cabinette befindet. Der sogenannte verwünschte Burggraf, eine Eisenmasse von 191 ℔. Gewicht, die einem Pferdekopfe ungefähr ähnlich im 14ten oder 15ten Jahrhunderte zu Elbogen in Böhmen vom Himmel gefallen seyn soll und seitdem dort aufbewahrt wurde, befindet sich gleichfalls gröfstentheils, nämlich 150 ℔. derselben, jetzt in Wien[3]. Ferner werden dazu gerechnet die 1814 zu Lenarto im Sárosser Comitate in Ungarn gefundene 194 ℔. schwere Masse[4], die vom Cap der guten Hoffnung, anfänglich gegen 300 ℔. wiegend, wovon der gröfste Theil sich zu Harlem befindet[5] und deren Nickelge-

1 Reisen durch verschiedene Provinzen d. Russ. Reichs. Th. III. S. 411.

2 Poggendorff Ann. XXXVI. 560.

3 G. XLII. 197. XLIV. 103.

4 Eb. XLIX. 181.

5 Natuurkundige Verhandelingen van de Bataafshe Maatschappy der Wetenskapen. T. II. p. 257.

halt namentlich auch durch Stromeyer[1], so wie ein Antheil von Kobalt, nachgewiesen worden ist, mehrere Stücke vom Senegal, in deren einem Howard[2] Nickel gefunden hat und deren äufseres Aussehn auf meteorischen Ursprung deutet, die mexicanischen, deren eine 300 bis 400 Centner schwer in der Gegend von Zacatecas oder Durango gefunden worden seyn soll und deren Gefüge entschieden den meteorischen Ursprung andeuten[3], die grofse bei Otumpo in der Provinz Chaco-Gualamba gefundene, auf 300 Centner geschätzte Masse, deren Beschaffenheit, übereinstimmend mit der Eigenthümlichkeit des durchaus von Eisen entblöfsten Fundortes, über ihr Entstehn keinen Zweifel läfst[4], so wie endlich die ungeheure, auf 14000 ℔. geschätzte Masse etwa 50 port. Meilen von Bahia, welche nach Wollaston's[5] Beschreibung und Analyse gleichfalls hierher gerechnet werden mufs. Manche nach Wahrscheinlichkeitsgründen gleichfalls meteorische Eisenmassen sind bis jetzt noch nicht hinlänglich genau bekannt, z. B. die von Cecilia Corredor auf der Collina de Tocavita bei Sta. Rosa unter 5° 40′ N. B. 73° 20′ W. L. von Gr. auf einer Höhe von 2744 Metern entdeckte[6], zwei in Louisiana unter 32° 20′ N. B. und 97° W. L. gesehene auffallend grofse Stücke[7], eine auf 100000 ℔. geschätzte grofse Masse, die Bougainville am Plataflusse gefunden zu haben erzählt[8], und unter

1 G. LVI. 191.

2 Philos. Trans. 1802.

3 Die Nachrichten von Sonnenschmidt aus Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerksreviere in Mexico oder Neuspanien 1804. S. 192., aus v. Humboldt Essay sur la nouvelle Espagne Chap. 8. p. 293. und aus sonstigen Quellen hat Chladni mitgetheilt.

4 Philos. Trans. 1802. Journ. de Phys. T. VI. p. 148. Ann. de Chim. T. V. p. 147. G. XIII. 317. Diese, durch Martin de Celles in Philos. Trans. 1786. beschriebene Eisenmasse wurde nach Buenos-Ayres gebracht, um Waffen daraus zu schmieden, auch ward wirklich ein Paar Pistolen daraus verfertigt, den Rest aber sandte Woodbine Parish nach London in das brittische Museum. Philos. Trans. 1834. p. 53.

5 Philos. Trans. 1816. Schweigger's Journ. Th. XXIII. S. 300.

6 Ann. Chim. et Phys. T. XXV. p. 438.

7 Silliman Amer. Journ. T. III. p. 15. Sie befinden sich jetzt im Museum zu Newyork. S. Edinburgh Journ. of Sc. N. III. p. 138.

8 Schweigger's Journ. Th. IV.

vielen andern selbst Eisen, welches Ross aus der Baffinsbai von dort wohnenden Esquimaux erhielt, dessen Nickelgehalt auf einen solchen Ursprung deutet[1]. Im Jahre 1829 wurde eine 103 ℔. schwere gediegene Eisenmasse zu Bohumiliz in Böhmen beim Pflügen aufgefunden[2]; interessant aber war es, dafs in der Nähe der Südsee, in der peruanischen Wüste Atacama unfern des Hafens Cobija theils einzelne Stücke, theils eine grofse, für anstehend gehaltene, olivinhaltige Eisenmasse gefunden wurde, welche nach Turner's Analyse 11 Procent Nickel und 1 Procent Kobalt enthält und somit für meteorischen Ursprungs gelten mufs[3]. Endlich ist der von Boussingault, Rivero und Boulin auf dem Rücken der Anden gefundene 1600 ℔. schwere Meteorolith entweder ganz oder zum gröfsten Theile Meteoreisen[4]. Auch die unfern von Bahia in Brasilien gefundene, isolirt liegende Kupfermasse[5] von 2000 ℔. Gewicht könnte meteorischen Ursprungs seyn.

Welche Substanzen überhaupt auf diese Weise zur Erde gelangen, ist schwer zu entscheiden. Chladni hat eine Menge Nachrichten gesammelt von herabgefallenem Staube, von Blutregen u. s. w., wobei der Mangel einer genauen Beschreibung ein sicheres Urtheil nicht gestattet. Bei einigen dieser Phänomene, namentlich wenn zugleich zerplatzende Feuerkugeln gesehn wurden, oder bei dem Staube, welcher auf ein Schiff im atlantischen Meere niederfiel[6], wird ein meteorischer Ursprung der herabgefallenen Substanzen mindestens höchst wahrscheinlich, und es ist um so weniger ein Grund zum Zweifeln vorhanden, da manche Meteorsteine durch ihre Zerreiblichkeit sich schon der Pulverform nähern. Dafs manche solche herabgefallene Substanzen Blut genannt werden, glaubt Chladni auf oxydirtes Eisen, etwa mit Schwefel und Kohlenstoff verbunden, deuten zu dürfen. Der Nachricht[7] von einer im J. 1438 bei Burgos herabgefallenen schaumartigen Masse scheint

---

1 Journ. of Science. N. XII. p. 369.

2 Jahrbücher des Böhmischen Museums. Th. I. Hft. II.

3 Edinb. Phil. Trans. T. XI. p. 223. Poggendorff Ann. XIV. p. 469.

4 Philos. Magazine. T. LXV. p. 304.

5 G. LIX. 170.

6 Mém. de l'Acad. 1719. hist. p. 23.

7 Proust in Journ. de Phys. T. LX. p. 188.

gleichfalls etwas Wahres zum Grunde zu liegen, sehr problematisch aber und manchen Zweifeln unterworfen ist die Erzählung des MARTIN SCHERB[1], dafs unweit Heidelberg mit einer Feuerkugel eine schlammartige, chemisch nicht näher untersuchte Substanz herabgefallen sey, weil der Berichterstatter versäumte, sogleich nach der Beobachtung die herabgefallene Masse aufzusuchen. Uebrigens sind die Nachrichten von schleimigen Stoffen, die vom Himmel herabgefallen oder namentlich nach Sternschnuppen gefunden worden seyn sollen, obgleich in vielen Fällen Froschlaich oder sonstige thierische und vegetabilische Bestandtheile fälschlich dafür gehalten wurden[2], so zahlreich und tragen mitunter so auffallend alle Kennzeichen der Wahrheit, dafs sie nicht blofs Beachtung verdienen, sondern auch bei der Ungewifsheit, welche Stoffe auf diese Weise zur Erde gelangen können, nicht ohne Weiteres verworfen werden dürfen. Am merkwürdigsten ist, dafs bei dem aufserordentlichen Phänomene der zahlreichen Sternschnuppen am 13. Nov. 1833 in America[3] von fünf verschiedenen Orten her das Herabfallen schaum-, gallert- und eiweifsartiger Substanzen gemeldet wurde, was nach POGGENDORFF vielleicht durch einige Bekanntschaft der Beobachter mit dem herrschenden Volksglauben an eine solche Sternschnuppenmasse veranlafst worden seyn könnte, womit jedoch der Zusatz, dafs die Substanzen durch Wärme zerflossen und durch Verdampfung verschwunden seyen, im Widerspruche steht. Auch zu Amherst in Massachusets soll am 13. Aug. 1819 eine schaumartige Masse vom Himmel gefallen seyn[4], am beachtenswerthesten aber ist die, alle Zeichen der lautersten Wahrheit an sich tragende Erzählung von KOCH[5], welcher die Sternschnuppe von bläulichem Lichte zuerst sah, dann das Rauschen des herabfallenden Körpers hörte und sogleich die herabgefallene gallertartige Masse fand, welche mit einem schwefelleberartigen Geruche zerflofs und wovon ein in sein Tuch eingewickelter mitgenommener Theil am andern Morgen gänzlich verdunstet

---

1 G. LXVI. 329.

2 Vergl. RUD. BRANDES über solche Substanzen in Schweigg. Journ. Th. XLIX. S. 389.

3 Poggendorff Ann. XXXIII. 204.

4 Ann. Chim. et Phys. T. XIX. p. 67.

5 oggendorff Ann. XXXVI. 315.

war, dabei aber seinem Rocke einen nachdauernden phosphorischen Geruch mitgetheilt hatte. Dagegen ist die in Rufsland herabgefallene papierartige Substanz, nach allen von GROTTHUSS[1] genau angegebenen Umständen zu urtheilen, ohne Zweifel meteorischen Ursprungs, obgleich dieselbe kein Nickel enthält[2].

8) Eine deutliche Vorstellung von der Gestalt und Farbe, von der Zusammenfügung der Bestandtheile und der eigenthümlichen Beschaffenheit der sie bedeckenden Rinde erhält man blofs durch eigene Anschauung. Man hat jedoch die Sache durch Zeichnungen zu versinnlichen gesucht, weil nicht ein jeder Gelegenheit hat, diese interessanten Gebilde an den Orten, wo sie aufbewahrt werden, selbst zu sehen. Die genauesten Zeichnungen der interessantesten Massen dieser Art, die den Haupttypus dieser Gebilde am deutlichsten zeigen, hat v. SCHREIBERS[3] geliefert, und damit auch unser Atlas mindestens Einiges zur Versinnlichung der Sache darbiete, entlehne ich aus jenem Werke einige verkleinerte Figuren. Der Stein von Tabor, welcher 1753 ungefähr 30 Schritte von einem Beobachter herabfiel, die Erde nur wenig auflockerte, sogleich aufgenommen und der Ortsobrigkeit abgeliefert wurde, wog 5 ℔. Er ist noch ganz, durchaus mit Rinde überzogen, die blofs an einigen Stellen abgestofsen oder abgebrochen wurde, und er zeigt also diejenige Gestalt am deutlichsten, welche diese Steine zu haben pflegen. Die Rinde ist ziemlich gleichförmig über alle Flächen vertheilt und gleicht derjenigen vollkommen, die bei Steinen von gleichen Bestandtheilen gefunden wird, nämlich von schwärzlich brauner, an einigen Stellen mit Eisengrau und Ochergelb wechselnder Farbe, von mattem, nur stellenweise metallischem Glanze, meistens glatt, nur mitunter etwas runzelig, mit vielen eingestreuten eisengrauen, metallisch glänzenden Puncten oder Stellen, deren Dicke $\frac{1}{12}$ bis $\frac{2}{12}$ Lin. beträgt. Der Steinregen bei Aigle ist vorzüglich wichtig wegen der aufserordentlichen Menge der herabgefallenen Steine,

Fig. 273.

1 Schweigg. Journ. XXVI. S. 332. Scherer Allgem. Nord. Ann. Th. IV. S. 50.

2 Allgem. Nord. Ann. Th. VII. S. 209.

3 Beiträge zur Geschichte und Kenntnifs meteorischer Stein- und Metallmassen. Wien 1820. fol.

wovon sich Exemplare fast in allen bedeutendern Mineralsammlungen befinden. Einen von den gröſseren stellt die Zeichnung dar. Er ist ganz, gleicht daher in seiner Form dem vorigen, die Rinde bedeckt ihn ganz, ist aber an einigen Stellen abgestoſsen und die eine Ecke des Steines ist abgebrochen. Seine Oberfläche ist sehr uneben und gekrümmt, der Durchmesser der beiden Endflächen beträgt 3 und 2,5 Zoll, die Höhe fast 2,5 Zoll. Seine Rinde gleicht sehr der des vorigen, nur ist sie etwas glatter, mehr narbig als aderig und etwas lichter braun mit mehr gelblichen und bräunlichen Ocherflecken, aber fast ohne Spur von gediegenem Eisen; ihre Dicke ist geringer, aber an Härte und Wirkung auf den Magnet kommt sie der des Taborer Steines vollkommen gleich. Nur wenig unter seiner natürlichen Gröſse ist der Stein von Stannern dargestellt. Derselbe ist ganz, wiegt 5 Loth 1 Qt., bildet eine unvollkommene dreiseitige Pyramide, die sich jedoch, wenn man die Eindrückungen berücksichtigt, der allgemeinen Form dieser Mineralkörper nähert. Er ist überall mit Rinde überzogen, die von zart-aderiger Beschaffenheit an Stellen, wo der obere Theil abgesprungen ist, etwas matter erscheint, im Ganzen aber seidenartig glänzt, von schimmernder, beinahe kohlschwarzer Farbe. An einigen Stellen, wo die Rinde dünner aufliegt, ist sie weniger aderig und runzlig, als vielmehr aus lauter einzelnen Puncten bestehend, auſserdem finden sich Spuren von eingedrückter Erde, welches schlieſsen läſst, daſs er in noch weichem Zustande niedergefallen sey. Das kenntliche aderige Gefüge der Rinde zeigt sich an einigen Flächen fast aller bei Stannern gefundenen Steine vorherrschend, bei einigen andern Steinen, z. B. dem von Charsonville, ist es so ausgezeichnet, daſs selbst einige dicke, schwarze Adern, meistens von abnehmender Dicke, über die ganze Fläche hinlaufen.

Fig. 274.

Fig. 275.

Das Eisen der meteorischen gediegenen Eisenmassen läſst sich ohne weitere Zubereitung in nicht zu groſser Hitze schmieden. Seine äuſsere zackige, mit vielen Vertiefungen versehene Gestalt läſst sich nicht gut durch Zeichnung darstellen, und verlangt man zugleich einen Ausdruck der eingesprengten Olivin-Körner, so erfordert dieses farbige Figuren. Uebrigens scheinen sie nicht, wie die Meteorsteine, eine gewisse regelmäſsige Gestalt zu haben, sondern unter verschiedenen regel-

losen Formen vorzukommen. Sehr interessant aber ist ei
nen eigenthümlich zugehöriges Gefüge, welches vorzi
v. SCHREIBERS und v. WIDMANSTÄDTEN in ihnen en
haben. Werden nämlich Stücke solcher Massen gesch
so kommen beim Anfangen des Polirens dem bloſsen
nur bei schräg auffallendem Lichte kaum sichtbare Streif
gröſserer und geringerer Breite zum Vorschein, die gr
theils geradlinig und in verschiedenen Winkeln sich
kreuzend, einige aber auch krummlinig hinlaufen. Läſ
ein solches Stück nach vollendeter Politur, wodurch s
Auge verschwinden, durch Hitze anlaufen, so erhält es
wie gewöhnliches Eisen oder Stahl, eine gleichmäſsige
sondern die erwähnten Streifen und die durch diese einge
senen Theile erscheinen in verschiedenen Farben, näml
Streifen purpurroth ins Blaue, die Zwischenfelder ba
dem Blauen, bald aus dem Rothen ins Goldgelbe sich
fend, die Ränder und Einfassungslinien aber rein g
und die zwischenliegende körnig-bröckelige Substanz
was matterer, ins Messinggelbe fallender Farbe. Vollk
sichtbar aber wird dieses Gefüge, wenn man die ei
schliffene und ganz horizontal gestellte Fläche um
Wachs einfaſst, mit Salpetersäure, die vorher mit zw
drei Theilen Wasser verdünnt wurde, übergieſst un
einige Zeit auf das Metall einwirken läſst. Schon na
zer, durch die Stärke der Säure bedingter Zeit erschei
Streifen matt, von licht stahlgrauer Farbe, die Zwis
der dagegen gleichfalls matt, aber doch mit einigem Sc
von ihrem Rande, ziemlich dunkel und eisengrau, di
der beider von einer gemeinschaftlichen zarten Linie
faſst, die bei schräger Richtung und bei Wendungen
eine silberweiſse Farbe und starken spiegelnden Gla
auszeichnet. Zugleich zeigt sich noch eine andere me
Substanz in gröſseren oder kleineren Klüften, oft in s
ten Rissen, aus einzelnen kleinen, bröckelig oder fe
angehäuften Partieen bestehend, von ziemlich starkem
und silberweiſser oder zinkgrauer Farbe, auf welche d
etwas weniger als auf die übrige Masse eingewirkt z
scheint. Bei fortgesetzter Einwirkung der Säure er
diese einzelnen Theile des Gefüges nicht nur deutlich
dern jene Streifen am tiefsten, die Zwischenfelder we

die Einfassungslinien und die Massen der eingesprengten bröckeligen Substanz aber am erhabensten, und bald wird die ungleiche Vertiefung so stark, dafs sich die Platte nach aufgetragener Druckerschwärze abdrucken läfst, indem die erhabensten Stellen sich am stärksten, die minder erhabenen aber weniger stark abdrucken, die vertieften aber ganz weifs bleiben. Hierdurch erhält man nicht blofs ein Bild solcher geätzten Platten, sondern auch eine getreue Darstellung des solchen Massen eigenthümlichen Gefüges. Letzteres findet sich bei allen Eisenmassen, die nach überwiegenden Gründen meteorischen Ursprungs sind, und auch selbst bei solchen Stücken des in Meteorsteinen eingesprengten Eisens, die für diese Probe hinlängliche Gröfse haben. Dagegen fehlt es bei einigen auch wegen mangelnden Nickels problematischen Stücken, z. B. bei den zu Aachen, Mailand, Cilly, Kamsdorf, Florak und an andern Orten gefundenen, deren Ursprung aus Gründen der Oertlichkeit räthselhaft ist. Inzwischen fehlt es auch bei einigen durch ihren Nickelgehalt den meteorischen beigezählten Massen, z. B. bei denen vom Cap und aus Peru, bei denen durch Aetzung die Figuren nicht zu erzeugen waren. Manches oder fast alles künstliche Roheisen zeigt übrigens, wenn nicht ein gleiches, doch ein ähnliches Gefüge, welches sich jedoch durch Aetzung, mindestens nicht gleich vollkommen darstellen läfst. Es ist sehr interessant, dafs v. Widmanstädten die gröfste Fläche der Eisenmasse von Elbogen auf diese Weise eben geschliffen, geätzt und unmittelbar zum Abdrucke benutzt hat, wodurch man eine sehr deutliche Vorstellung des eigenthümlichen Gefüges erhält. Einen Theil des hiervon gegebenen Abdruckes, ungefähr den zwanzigsten, blofs das obere Ende, stellt die Zeichnung getreu nachgebildet dar. Im Ganzen sind die übrigen Theile der Fläche wenig hiervon verschieden und es wechseln auch dort, wie hier, die feineren und gröberen Vertiefungen, letztere in einzelnen gröfseren oder kleineren Gruppen, mit einander ab. Die verschiedene Richtung der Streifen, die grofsentheils parallel laufen, aber auch in kleineren und gröfseren Winkeln sich schneiden, die ungleiche Breite der Vertiefungen, die weifs erscheinen, ist für sich klar und bedarf keiner Beschreibung, auch versteht sich von selbst, dafs bei längere Zeit fortgesetzter Aetzung dünner Blättchen, wobei man den Aufgufs der Säure mehrmals er-

Fig. 276.

neuern und vorher die Reste der Säure und das entstandene Oxyd mit einem Pinsel und Wasser fortschaffen muſs, die vertieften Stellen ganz durchgefressen werden, so daſs dann nur noch die Streifen oder vielmehr deren Einfassungsleisten unter sich zusammenhängen. Auch nach einer solchen tieferen Aetzung, wie sie zum Behuf des Abdruckens erfordert wird, zeichnen sich die ungleich erhabenen Theile auch durch Verschiedenheit der Färbung aus. Eine kleine Platte von der Agramer Eisenmasse wurde gleichfalls durch v. Widmanstädten geätzt und zwar nicht unmittelbar als Stereotyp abgedruckt, aber doch in einer getreuen Zeichnung dargestellt. Man sieht, daſs im Ganzen das Gefüge dem vorigen ähnlich ist, indem sich die erhabenen Streifen von den Vertiefungen unterscheiden und die Einfassungsleisten der ersteren theils nahe parallel, theils in verschiedenen Winkeln sich schneidend erscheinen; einiger Unterschied ist jedoch allerdings wahrnehmbar, den das Auge besser erkennt, als er sich beschreiben läſst. Ebenso wie in der Form zeigt sich auch nach v. Schreibers in der Farbe bei beiden Exemplaren einige Verschiedenheit und ebendieses ist der Fall bei einem gleichfalls geätzten Plättchen des Eisens von Lenarto und des aus Mexico, wovon im angezeigten Werke gleichfalls Zeichnungen mitgetheilt sind. Der Haupttypus ist bei allen, mindestens bei den bisher geätzten Proben derselben gleich und die Abweichungen sind mehr oder minder auffallend, so daſs unter andern die von Lenarto und Elbogen sich mehr gleichen und wiederum die von Agram und Mexico.

Fig. 277.

9) Die Bestandtheile der Meteorsteine sind im Ganzen bei allen ziemlich dieselben, zeigen jedoch bedeutende sowohl quantitative als auch qualitative Unterschiede. Eisen und Kieselerde sind am reichlichsten darin enthalten, auſserdem aber verschiedene andere Substanzen, namentlich Talkerde, Nickel, Chrom, Schwefel, Kalk, Thon, Mangan, selten etwas Natron oder Kali, Kohlenstoff, Wasser, Salzsäure und vielleicht noch andere Substanzen in so geringer Menge, daſs die Chemie sie bis jetzt nicht aufzufinden vermochte. Aus leicht begreiflichen Ursachen haben viele Chemiker diese merkwürdigen Erzeugnisse untersucht, z. B. Thénard[1] die von

1 Mém. de l'Inst. T. VII. p. 224.

Aigle, KLAPROTH[1] den von Juchnow, WARDEN[2] den von Weston, MOSER[3] die von Stannern, VAUQUELIN[4] die von Orleans, SCHERER[5] den von Doroninsk, STROMEYER[6] die von Köstritz und Erxleben, LAUGIER[7] die von Jüvenas und Jonzac, GROTTHUSS[8] die von Lipna und Dünaburg, WEBSTER[9] den von Nobleborough, LAUGIER[10] den von Lipna und Zaborczyka, BERZELIUS[11] den in Macedonien gefallenen, LAUGIER[12] das Meteoreisen von Brahin im Districte Rzieczyka-Minsk und HOLGER[13] das Meteoreisen von Lenarto und Agram, worin sich, aufser den in der Tabelle angegebenen Bestandtheilen, im ersteren noch 3,59, im letzteren aber 1,26 Procent Kobalt fanden. Zur leichtern Uebersicht habe ich die Resultate dieser Analysen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

---

1 Gehlen's Journ. Th. I. Hft. I. Mehrere Analysen dieses Chemikers findet man in den Berlin. Denkschr. von 1803.

2 Journ. de Phys. T. LXX. p. 424. G. XLII. 210.

3 G. XXIX. 324.

4 Bulletin de la Soc. philom. 1810. Sept.

5 Mém. de l'Acad. de Petersb. T. VI. p. 46.

6 G. XLII. 105. Gött. gel. Anz. 1820. S. 66.

7 Musée d'Hist. nat. XIII. p. 235. Ann. Chim. phys. T. XIX. p. 269. G. LXXI. 203.

8 G. LXVII. 337. Edinb. Phil. Journ. N. XII. p. 389. Schweigger's Journ. Th. XXIX. S. 511.

9 Amer. Journ. T. VII. p. 170. Kastner Arch. XVII. S. 235.

10 Philos. Magaz. T. LXIII. p. 16.

11 Kastner Archiv. Th. XVII. S. 235. Poggendorff Ann. XVI. 611.

12 Musée d'Hist. nat. 6me Ann. 2me Cah.

13 Wiener Zeitschrift. Th. VII. S. 129.

Meteormassen von	Eisen	Nickel	Schwefel	Kieselerde	Talk	Thon	Kalk	Eisenoxyd	Manganoxyd	Chromoxyd	Natron u. Kali
Aigle	— —	2,000	5,000	46,000	10,000	— —	— —	45,000	— —	— —	— —
Juchnow	17,600	0,400	3,000	38,000	14,250	1,000	0,750	25,000	— —	— —	— —
Weston	— —	— —	2,300	41,000	16,000	1,000	3,000	30,000	1,300	2,300	— —
Stannern	— —	— —	— —	46,250	2,500	7,620	12,120	27,000	0,750	— —	— —
Orleans	25,800	6,000	5,000	38,400	13,600	3,600	4,200	— —	0,600	1,500	— —
Doroninsk	18,500	10,000	8,120	40,500	9,000	3,250	6,250	— —	1,250	2,000	— —
Köstritz	17,490	1,366	2,996	38,057	29,931	3,469	— —	4,896	1,147	0,129	— —
Erxleben	24,415	1,579	2,952	36,320	23,584	1,604	1,922	5,574	0,705	0,246	0,741
Jonzac	— —	— —	1,500	46,000	1,600	6,000	7,500	36,000	2,800	1,000	— —
Jüvenas	— —	— —	0,500	40,000	0,800	10,400	9,200	23,500	6,500	1,000	0,200
Lipna	26,000	2,000	3,500	33,200	10,800	1,300	0,500	22,000	— —	0,700	— —
Dünaburg	26,000	2,000	3,500	33,200	10,800	1,300	0,500	22,000	— —	6,700	— —
Nobleborough	14,900	2,300	18,300	29,500	24,800	4,700	— —	— —	— —	4,000	— —
Lipna	— —	1,500	6,800	34,000	17,000	1,000	0,500	40,000	— —	1,000	— —
Zaborczyka	— —	1,000	4,000	41,000	14,900	0,750	2,000	45,000	— —	0,750	— —
Macedonien	— —	0,100	— —	39,560	26,300	2,700	1,860	18,830	2,400	0,500	3,280
Brahin {	87,350	2,500	1,850	6,300	2,100	— —	— —	— —	— —	0,500	— —
	91,500	1,500	1,000	3,000	2,000	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Lenarto	85,040	8,120	— —	0,010	0,230	0,770	1,630	— —	0,610	— —	— —

10) Aufser diesen, bereits früher[1] von mir zusammengestellten Analysen giebt es noch viele, von denen ich blofs die wichtigern späteren kurz namhaft mache. Eine genaue Beschreibung des am 9. Sept. 1831 bei Wessely in Mähren gefallenen 6,6 ℔. schweren Steines hat v. Schreibers[2] mitgetheilt und nach v. Holger's[3] Analyse enthielt derselbe 39,39 Thonsilicat; 3,83 Calcium; 7,44 Magnium; 25,36 Eisen; 13,93 Schwefel; 0,32 Alumium; 7,48 Mangan und 2,13 Kobalt. Ebenderselbe fand in den Meteorsteinen von Stannern 48,0 Kieselerde; 27,5 Eisenoxydul; 3,8 Thonerde; 3,4 Kalkerde; 13,5 Manganoxydul; 3,5 Talkerde. Ein zu Ferrara am 15. Jan. 1824 gefallener Meteorstein hat zwar die Bestandtheile der übrigen, weicht aber in seiner Aggregatform insofern von ihnen ab, als er ein porphyrartiges und einigen Laven ähnliches Gefüge hat, indem kleine weifse Körnchen in eine schwarze, halbverglaste Masse eingebacken sind. Cordier[4] folgert aus seinem äufsern Habitus, dafs dieser Stein seine Consistenz schon vor seinem Eintritte in die Atmosphäre der Erde gehabt haben müsse und in dieser mit einem geringen Hitzgrade angekommen sey. Nach einer Analyse von Laugier besteht er aus 43 Eisenoxyd; 41,75 Kiesel; 16 Magnesia; 1,5 Chromoxyd; 1,25 Nickeloxyd und 1 Schwefel. Zu Drake's-Creek in Tenessee fielen am 9. Mai 1827 aus einer einzelnen rauchähnlichen Wolke bei ganz heiterm Himmel Meteorsteine und ein anderer am 8. Mai 1829 zu Forsyth in Georgien[5]. Das gröfste Stück des ersteren Falles wog 11 ℔. und enthielt nach der Analyse eines americanischen Chemikers 40 Kieselerde; 2,166 Nickeloxydul; 28,833 Talkerde; 2,466 Thon; 0,833 Chromoxydul; 12,0 Eisen- und 12,2 Eisenoxyd; 2,433 Schwefel; der Verlust beträgt also 4,069. Eine Analyse der krystallinischen Bestandtheile im den Aerolithen hat Rose geliefert[6].

---

1 Handbuch d. Naturlehre. Th. II. S. 530.

2 Zeitschrift für Physik u. verw. Wiss. Th. I. S. 193.

3 Ebend. S. 247.

4 Ann. Chim. Phys. T. XXXIV. p. 140.

5 Silliman Amer. Journ. T. XVII. p. 326. T. XVIII. p. 200. T. XX. p. 388. Ann. Ch. Phys. T. XLV. p. 416.

6 Ann. Chim. Phys. T. XXXI. p. 81.

11) Man hat verschiedene Massen gediegenen Eisens an Orten gefunden, wohin sie auf eine nicht leicht zu entziffernde Weise gekommen seyn müssen, und dieses führte dann zu der Vermuthung, dafs sie meteorischen Ursprungs seyn möchten. Ueber die Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese konnte nur ihre chemische Zusammensetzung entscheiden und man nahm daher an, dafs ein Gehalt von Nickel, der sich in erwiesen meteorischen Eisenmassen fand, hierbei als Kennzeichen diene. Klaproth[1] fand nämlich in der sibirischen Eisenmasse 1,5 Procent Nickel, die von Agram, deren Ursprung unzweifelhaft ist, enthält davon nach v. Holger 11,84 Procent, und da nach Klaproth die von Hradschina 3,5; die aus Mexico 3,25; die von Elbogen 2,5 Procent dieses Metalles enthält, so betrachtet man dieses als genügendes Kennzeichen, sie gleichfalls für meteorisch zu halten. Die Eisenmasse von Lenarto enthält nach v. Holger gleichfalls 8,12 Procent Nickel und aufserdem 3,59 Proc. Kobalt, die von Agram aber 1,26 Proc. Kobalt, einen geringen Gehalt dieses letzteren Metalles haben John[2] und Stromeyer[3] auch in dem Capischen und sibirischen Eisen gefunden, in welchem letzteren Laugier[4] auch Chrom und Schwefel fand. Eine grofse von Löber[5] 1762 in Aachen gefundene, auf 15000 ℔. geschätzte, genauer etwa 80 Centner betragende Eisenmasse war man geneigt für Meteoreisen zu halten, allein Monheim[6] fand in 600 Theilen derselben 500,5 Eisen; 90 Arsenik; 4,5 Kieselerde; 3 Kohlenstoff und 2 Schwefel, weswegen sie bei mangelndem Nickel nicht zu dieser Classe gehört.

Auch bei Magdeburg wurde eine Metallmasse aufgefunden, welche Stromeyer[7] für meteorischen Ursprungs hielt

---

1 Beiträge zur chem. Kenntnifs der Mineralkörper. Th. IV. S. 98. 101. Th. VI. S. 306.

2 Dessen chemische Untersuchungen. Th. V. S. 284. G. LVII. p. 119.

3 G. LVI. 191.

4 Mém. du Musée d'Hist. Nat. T. III. p. 341. Bullet. philom. 1823. p. 86.

5 Chladni a. a. O. S. 346.

6 Schweigger's Journ. Th. XVI. S. 196.

7 Schweigger's Neues Jahrb. Th. IV. S. 439. Poggendorff Ann. XXIV. 651. Kastner Archiv. Th. V. S. 238.

und worin er Molybdän gefunden haben wollte, v. SCHREIBERS[1] und WEHRLE[2] erkannten jedoch ihre Unächtheit und STROMEYER[3] erklärte dieselbe später selbst für ein Hüttenproduct, behauptete aber an einem andern Orte[4], 0,1 bis 0,2 Procent Kupfer im problematischen Meteoreisen sey ein ebenso sicheres Kennzeichen seiner Aechtheit, als die bis dahin angenommene Anwesenheit des Nickels. Nach v. HOLGER's Analysen enthält die Elbogener Eisenmasse[5] 94,69 Eisen; 2,47 Nickel; 1,59 Kobalt; 0,19 Alumium; 0,12 Chrom; 0,88 Mangan, die vom Cap der guten Hoffnung[6] 78,9 Eisen; 15,28 Nickel; 1,76 Mangan; 1,41 Calcium; 1,34 Eisen-Carbonid; 1,0 Kobalt; 0,16 Alumium; 0,15 Magnium, die von Bohumiliz[7] 83,67 Eisen; 7,83 Nickel; 0,6 Kobalt; 0,58 Mangan; 1,08 Calcium; 0,1 Glycium; 0,42 Alumium; 0,1 Magnium. Von letzterer Eisenmasse hat auch BERZELIUS[8] eine Analyse mitgetheilt, wonach sie aus 93,124 Eisen; 4,739 Nickel; 0,224 Kobalt und 1,912 unaufgelöstem, schuppigem Rückstande besteht, dessen Bestandtheile 65,977 Eisen; 15,008 Nickel; 2,037 Kiesel; 1,422 Kohlenstoff und 14,023 Phosphor gefunden wurden. Die Abweichung beider Resultate leitet v. HOLGER[9] davon her, dafs BERZELIUS einige Substanzen, namentlich das Glycium nicht eigentlich aufgesucht habe, indefs überzeugte sich BERZELIUS[10] durch eine spätere Untersuchung von der Richtigkeit seiner früheren Bestimmungen. Das Meteoreisen von Louisiana soll aus 90,02 Eisen; 9,674 Nickel; 0,306 Verlust bestehn und also dem von Monte-Rosa fast gleich seyn[11].

---

1 Zeitschrift für Physik u. verw. Wiss. Th. II. S. 1.

2 Ebend. Th. III. S. 168.

3 Schweigger's N. J. Th. VIII. Hft. 2. Poggendorff Ann. XXVIII. 551.

4 Gött. Gel. Anz. 1833. S. 369.

5 Wiener Zeitschr. Th. V. S. 1.

6 Eb. Th. VIII. S. 279.

7 Eb. Th. IX. S. 323.

8 Aus d. Abhandl. der Akad. d. Wiss. zu Stockholm in Zeitschr. für Physik und verw. Wissensch. Th. I. S. 290. Poggendorff Ann. XXVII. 118.

9 Ebend. Th. II. S. 35.

10 Poggendorff Ann. XXXIII. 147.

11 Ann. Chim. Phys. T. XXV. Silliman Amer. Journ. T. XVI. p. 217.

In dem sibirischen Eisen, welches Children[1] blofs auf die beiden Hauptbestandtheile versuchte, fand er 90,7 Eisen und 9,3 Nickel; Faraday und Stodart stellten eine ähnliche Verbindung künstlich dar; A. Wehrle[2] endlich folgert aus seinen Analysen der Meteoreisenmassen von Agram, Elbogen, dem Cap und Lenarto, dafs alle blofs aus Eisen mit Nickel und Kobalt bestehn und dafs die beiden letzteren Metalle nach einem unter sich beständigen Mengenverhältnifs darin vorhanden sind.

In den Höhlungen der sibirischen Eisenmasse findet sich Olivin in Menge, und man betrachtet daher die Anwesenheit dieses Körpers als einen Beweis des meteorischen Ursprungs anderer aufgefundener Massen von gediegenem Eisen, da sie hiernach nicht füglich das Erzeugnifs eines Schmelzprocesses in irgend einem frühern Hüttenwerke seyn können. Stromeyer[3] hat diesen Olivin analysirt und gefunden, dafs er aus 38,48 Kieselerde; 48,42 Talkerde; 11,19 Eisenoxydul; 0,34 Manganoxyd; 0,18 Thon besteht, mithin dem gewöhnlichen Olivin und Chrysolith gleichkommt, mit dem Unterschiede, dafs das Eisen in gröfserer Menge in ihm vorhanden ist, Nickel dagegen fehlt. In dem Olivin der Eisenmasse von Otumpo fand derselbe 38,25 Kieselerde; 49,68 Talkerde; 11,75 Eisenoxydul; 0,11 Manganoxyd, in der Eisenmasse von Grimma[4] fand er 61,8 Kieselerde; 25,83 Talkerde; 9,12 Eisenoxydul; 9,31 Manganoxyd und 0,33 Chromoxyd.

12) Bei weitem die gründlichste und umfassendste Untersuchung der Zusammensetzung und der Bestandtheile der meteorischen Mineral-Erzeugnisse hat Berzelius[5] nach verschiedenen einzelnen eigenen Vorarbeiten hauptsächlich in der Absicht angestellt, um hieraus einige Entscheidungsgründe über ihren Ursprung zu entnehmen. Die nächste Veranlassung gab

---

1 Journ. of the Royal Inst. T. IX. G. LXVI. 182.

2 Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften. Th. III. S. 222.

3 Edinburgh Philos. Journ. N. XXV. p. 187.

4 Vergl. Chladni a. a. O. S. 326.

5 Aus Kongl. Vetenskaps Acad. Handl. for 1834. in Poggendorff Ann. XXXIII. 1. u. 113. Eine vorläufige Notiz der Hauptresultate findet man in v. Leonhard u. Bronn Neues Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. 1834. Hft. V. S. 530.

die geforderte Analyse des am 25. Nov. 1833 um 6,5 Uhr Abends unweit Blansko in Mähren herabgefallenen Meteorsteines. Nach der mechanischen Zertheilung desselben wurden zuerst die durch den Magnet angezogenen Theile und dann die zurückgebliebenen analysirt; da es aber uns hauptsächlich nur darum zu thun ist, die in diesen Naturereignissen vorhandenen Bestandtheile zu kennen, um so mehr, als Berzelius selbst die Ueberzeugung hegt, dafs die Mengen dieser Gemengtheile in verschiedenen Stücken jenes Steines wechseln, so gebe ich blofs das in mineralischer Hinsicht bemerkenswerthe Resultat. Hiernach besteht dieser Stein aus Nickeleisen, welches Kobalt, Zinn, Kupfer, Schwefel und Phosphor enthält, = 17,15; Silicat von Talkerde und Eisenoxydul, worin Basen und Kieselerde gleich viel Sauerstoff enthalten, nebst etwas Schwefeleisen, = 42,67; Silicat von Talkerde und Eisenoxydul, gemengt mit Silicaten von Alkali, Kalk und Thonerde, worin die Kieselerde doppelt so viel Sauerstoff als die Basen enthält, = 39,43; Chromeisen, verunreinigt mit Zinnstein, = 0,75. Die hierdurch erhaltenen Resultate stimmten genau mit denjenigen überein, welche Berzelius früher bei der Analyse des Meteorsteins aus Macedonien und des Meteoreisens aus Böhmen erhalten hatte, dieses veranlafste daher die Frage: ob alle Meteorsteine Gemenge von Nickeleisen und Schwefeleisen mit in Säuren löslichen Silicaten von Talkerde und Eisenoxydul und in Säuren unlöslichen Silicaten von Talkerde, Thonerde und Alkali, nebst Chromeisen und Zinnstein, ob ferner alle stets zinnhaltig und gemengt mit Phosphorverbindungen seyen, und dieses veranlafste ihn dann zu weiteren Analysen anderer Meteorsteine. Zunächst wählte er den am 5. August 1812 nicht weit von Chantonnay im Departement de la Vendée gefallenen, welcher, so wie der von Blansko, in 51,12 durch Säuren zersetzbare und 48,88 durch Säuren nicht zersetzbare Bestandtheile zerfiel. Hundert Theile der ersteren gaben 32,607 Kieselerde; 34,357 Talkerde; 28,801 Eisenoxydul; 0,821 Manganoxydul; 0,456 Nickeloxyd, verunreinigt mit Zinn- und Kupferoxyd; 0,977 Natron und Kali; 1,971 Verlust. Hundert Theile der letzteren gaben 56,252 Kieselerde; 20,396 Talkerde; 3,106 Kalk; 9,723 Eisenoxydul; 0,690 Manganoxydul; 0,138 Nickeloxyd mit Zinn- und Kupferoxyd; 6,025 Thonerde; 1,000 Natron; 0,512 Kali; 1,100

Chromeisen; 1,070 Verlust. Ungeachtet der Verschiedenheit im Ansehn findet sich also dennoch eine ausnehmende Gleichheit der Bestandtheile beider Meteorsteine. Der dritte analysirte Stein war der am 13. Dec. 1813 zu Lontalax in Finnland gefallene. Hierbei betrug der in Säuren und kohlensaurem Natron nicht lösliche Antheil 6,37 Procent und hinterliefs, mit Fluorwasserstoffsäure behandelt, 0,0127 des ganzen Quantums ungelöst, welches aus Chromeisen mit etwas Zinnoxyd bestand, während das Gelöste Talkerde, Kalk, Eisenoxydul, Thonerde und Manganoxydul in ähnlicher Zusammensetzung als bei den übrigen Meteorsteinen war; der in Säuren und kohlensaurem Natron lösliche Theil enthielt in Procenten 37,411 Kieselerde; 32,922 Talkerde; 28,611 Eisenoxydul; 0,793 Manganoxydul; 0,264 Thonerde und eine Spur von Kupferoxyd, Zinnoxyd, Kali und Natrum. Der vierten Analyse wurde ein Theil der bei St. Etienne de Lolm und bei Valence unweit Alais am 15. März 1806 herabgefallenen Meteorsteine, wovon der letztere einen Ast von einem Feigenbaume abschlug, unterworfen. Der Stein gehört zu den merkwürdigsten, denn er ist weich, mit den Fingern zerreiblich, zeigt mit dem Nagel gerieben einen thonartigen Fettglanz, zerfällt im Wasser und wird zum Theil darin gelöst; er enthält Wasser, ohne dafs sich jedoch bestimmen läfst, ob dieses ursprünglich darin vorhanden war oder aus der Luft durch die enthaltenen Salze aufgesogen wurde, am wichtigsten aber ist das Vorhandenseyn einer durch Wasser ausziehbaren organischen Substanz, deren eigentliche Beschaffenheit Berzelius nicht näher zu ermitteln vermochte. Das zurückbleibende, mit Wasser ausgelaugte Steinpulver enthielt übrigens die nämlichen Bestandtheile, als die gewöhnlichen Meteorsteine, namentlich die charakteristischen, als metallisches Eisen, Schwefeleisen nebst den Oxyden von Nickel, Kobalt, Zinn, Kupfer und Chrom, aufserdem Kieselerde, Talkerde, Kalk, Thonerde und Manganoxydul. Berzelius hält diesen Stein demnach für einen Erdklumpen, welcher zeigt, dafs die Bergarten in seiner Heimath durch einen geologischen Procefs in Erde verwandelt wurden, wie es auf unserm Planeten der Fall ist.

Auch das sibirische Meteoreisen wurde einer sorgfältigen Analyse unterworfen. Der metallische Theil, durch Hämmern von allem Olivin befreit, bestand aus 88,012 Eisen;

10,732 Nickel; 0,455 Kobalt; 0,050 Magnesium; 0,132 Mangan; 0,066 Zinn und Kupfer; 0,043 Kohle; einer Spur von Schwefel und 0,480 unlöslichem Rückstande. Letzterer ist die nämliche Phosphorverbindung, welche Berzelius schon bei dem Meteoreisen von Bohumiliz gefunden hatte. In Königswasser gelöst und gehörig zerlegt enthielt er 48,67 Eisen; 18,33 Nickel; 9,66 Magnesium; 18,47 Phosphor; der Verlust betrug 4,87. Zur Analyse des Olivins wurde ein gröfseres Stück dieses Minerals genommen, welches aus der zu Upsala befindlichen Stufe von Pallas-Eisen früher herausgefallen war. Als Bestandtheile erhielt Berzelius, mit Walmstedt's früherer Analyse[1] sehr genau übereinstimmend, 40,86 Kieselerde; 47,35 Talkerde; 11,72 Eisenoxydul; 0,43 Manganoxydul; 0,17 Zinnoxyd. Auch die Elbogener Eisenmasse wurde analysirt. Bei der Auflösung in Salzsäure fiel ein schwarzes Pulver und ein unlöslicher, aus Flittern bestehender Rückstand nieder, am ähnlichsten dem beim Bohumilizer Meteoreisen erhaltenen, und betrug 2,211 Procente des Ganzen. Aufser diesem enthielt der gelöste Antheil 88,231 Eisen; 8,517 Nickel; 0,762 Kobalt; 0,279 Magnesium und eine Spur von Schwefel und Mangan, die ungelösten Phosphormetalle bestanden aus 68,11 Eisen; 17,72 Nickel und Magnesium; 14,17 Phosphor.

13) Aus diesen Analysen folgert Berzelius, dafs die Meteorsteine Bergarten sind, gemengt aus folgenden Mineralien in variirenden Verhältnissen:

1) *Gediegenes Eisen*, welches in den Meteoreisenmassen den überwiegendsten Antheil bildet, weswegen sie nicht zerspringen. Das Eisen ist gemengt mit Nickel, zugleich aber findet sich eine chemische Verbindung beider Metalle, die sich schwerer in Säuren löst und daher beim Aetzen die bekannten Widmanstädten'schen Figuren liefert, indem auf einer solchen geätzten und dann polirten Fläche das Eisen dunkelblau, die Legirung mit Nickel brandgelb anläuft. Aufserdem enthält das Eisen kleine Quantitäten von Kobalt, Magnesium, Mangan, Zinn, Kupfer, Schwefel und Kohle, zuweilen auch eine Spur von Phosphor. Die in Säuren unlöslichen Phosphormetalle fallen theils als ein schwarzes Pulver nieder,

[1] Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f. 1824. p. 361. Poggendorff Ann. IV. 198.

welches in Sauerstoffgas verbrennt und eine geringe Spur von Kohlensäure giebt, obgleich die eigentliche Verbrennung den Metallen und dem Phosphor angehört, theils als Krystalle, die ohne Zweifel Phosphorate von Eisen, Nickel und Magnesium in bestimmten Verhältnissen sind, deren eigentliche Zusammensetzung aber noch genauer ermittelt werden mufs.

2) *Schwefel-Eisen*, vermuthlich aus 1 Atom jedes Bestandtheiles bestehend, woraus seine geringe magnetische Polarität und die Heftigkeit seiner Zersetzung durch Säuren unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas erklärlich wird. Sehr wahrscheinlich schliefst das Schwefeleisen ein wenig Schwefelnickel und Schwefelkupfer ein, allein aus den bisherigen Analysen folgt dieses nicht und eine Analyse dieser Verbindung, wie sie im Meteoreisen vorkommt, ist daher noch ein Desiderat.

3) *Magneteisenstein*. Zwar ist das Eisen in den Meteorsteinen hauptsächlich regulinisch und im Minimum der Oxydation vorhanden, aber dennoch findet sich bestimmt Eisenoxyduloxyd in dem Meteorsteine von Lontalax und Alais, in dem ersteren als einziger, dem Magnete folgsamer Bestandtheil, in dem letzteren mit einer geringen Menge gediegenen Eisens vermengt. Auch in den übrigen Meteorsteinen ist diese Substanz wahrscheinlich in höchst fein vertheiltem Zustande vorhanden.

4) *Meteor-Olivin*, welcher dem auf unserer Erde sonst vorkommenden vollkommen gleicht und ungefähr die Hälfte von dem ausmacht, was nach Ausziehung der magnetischen Bestandtheile zurückbleibt. Die kleinen Quantitäten des darin gefundenen Kali und Natron gehören ihm entweder ursprünglich an, oder sind eine Probe der beginnenden Zersetzung des unlöslichen Minerals. Ebendieses gilt von dem geringen Thongehalt, aber bemerkenswerth ist, dafs er fast nie Kalk enthält.

5) *In Säuren unlösliche Silicate von Talkerde, Kalk, Eisenoxydul, Manganoxydul, Thonerde, Kali* und *Natron*, in denen der Sauerstoff der Kieselerde das Doppelte des der Basen ist. Die schwarze Rinde auf den Meteorsteinen ist Folge der Schmelzbarkeit ihrer Silicate, welche auch dazu beitragen, den für sich unschmelzbaren Olivin in Flufs zu bringen. Wenn die Meteorsteine aus tellurischem Olivin und

...men gebildet wären, müfste ihre Farbe grün oder durch ...re Oxydation des enthaltenen Eisens kohlschwarz seyn, ...us erhellt, dafs die geschmolzene schwarze Kruste erst ...er Atmosphäre der Erde entstanden ist.

6) *Chromeisen*, dessen Menge zwar sehr gering ist, je... fehlt es nie in den Meteorsteinen.

7) *Zinn*, welches theils im gediegenen Eisen enthalten, ...als Zinnoxyd neben Chromeisen darin vertheilt ist. Letz... enthält etwas Kupfer; ob es aber, wie das tellurische, Eisen- und Mangan-Oxydul enthalte, konnte nicht aus... werden.

...zelius meint, dafs ein noch weiteres genaues Stu... der Meteorsteine in Zukunft noch mehrere Bestandtheile ...en bekannt machen würde. Aufserdem findet er sie, ...neralien betrachtet, von den tellurischen wesentlich ver... indem sie sich durch den Reichthum an Talkerde, ...heit der Kieselerde und den unbedeutenden Gehalt ... von Thonerde und Alkali auszeichnen. Nach ih...körnigkeit und dem geringen Zusammenhange ihrer ... könnten sie mit den Producten der Erdvulcane vergli...werden, allein man findet sie häufig mit Rissen versehn ... mehrentheils mit einer dunklern Steinmasse ausge... welches auf eine langsamere und ruhigere Bildungsweise ... Der enthaltene Olivin ist kein Beweis eines vulca... Ursprungs, denn er findet sich in den Höhlungen tel... vulcanischer Producte, weil er als unschmelzbar mit ...Massen nicht zusammenschmolz, in den Meteorsteinen ...gegen gleichmäfsig mit den übrigen Bestandtheilen ge... Die erdige Beschaffenheit des Steines von Alais be... Berzelius als einen Beweis, dafs in der ursprüngli...math dieses Steines Bergarten in Erde zerfielen, und ...m Gehalte an Salzen folgert er, dafs dort kein Was... welches sonst diese weggewaschen haben würde, oder ... vorhandene Wasser diese Salze in sich enthielt, der ...ige Stoff desselben scheint ihm jedoch keine vorhan...getation zu beweisen, wohl aber sein lockeres Gefüge

---

...ser Folgerung dürften nicht alle beistimmen; denn so gut ... sich schnell auf der Oberfläche erzeugt, kann sie auch in ...lten entstehn.

die Abwesenheit eines Schmelzprocesses. Die Meteorsteine haben im Allgemeinen die nämliche Beschaffenheit, blofs drei derselben, von Stannern, Jonzac und Alais, unter sich höchst ähnlich, weichen von den übrigen so sehr ab, dafs sie aus einer andern Heimath abstammen müssen. Sie haben kein gediegenes Eisen, sind ein Aggregat von deutlich unterscheidbaren Mineralien und enthalten nur eine unbedeutende Quantität von Talkerdesilicat, dagegen aber, aufser etwas Schwefeleisen, Silicate von Kalk, Thonerde und Eisenoxydul, auch Chrom. Nach G. Rose[1] sind sie wahrscheinlich Gemenge von Labrador und Pyroxen, nebst etwas nickelfreiem Magnetkies. An einfachen Stoffen enthalten die sämmtlichen, bis jetzt bekannten, meteorischen Gebilde: 1) Sauerstoff als Bestandtheil der Metalloxyde und Erden; 2) Wasserstoff in der organischen Substanz des Steines von Alais; 3) Schwefel im Schwefeleisen und der schwefelsauren Thonerde; 4) Phosphor in den Flittern, welche bei der Auflösung des Meteoreisens in Salzsäure und Schwefelsäure niederfallen; 5) Kohle im Meteoreisen und in der unbekannten Substanz des Steines von Alais; 6) Kiesel in den Silicaten; 7) Chrom als einziges elektronegatives Metall, von Laugier aufgefunden, welches ihnen jedoch wesentlich angehört; 8) Kalium hat Vauquelin zuerst gefunden; 9) Natrium, durch Stromeyer zuerst wahrgenommen; 10) Calcium; 11) Magnium; 12) Aluminium machen als Oxyde gewöhnliche Bestandtheile der Meteorsteine aus; 13) Eisen; 14) Mangan; 15) Nickel durch Howard entdeckt, 16) Kobalt durch Stromeyer, 17) Kupfer durch Laugier, 18) Zinn durch v. Holger und Berzelius, im Ganzen also 18 einfache Körper.

13) Nach Vergewisserung der Thatsache von wirklich aus der Atmosphäre herabgefallenen Stein- und Metallmassen mufste nothwendig die Frage allgemeines Interesse erregen, auf welche Weise ein so seltsames und anscheinend widernatürliches Phänomen mit bekannten Naturgesetzen in Einklang zu bringen sey. Vier Hypothesen sind über den Ursprung derselben aufgestellt worden, von denen drei bis auf die neuesten Zeiten herab lebhafte Vertheidiger fanden, während die eine sofort als unhaltbar allgemein verworfen wurde.

---

1 Poggendorff Ann. IV. 173.

) Es ist bereits oben (§. 1.) erwähnt worden, dafs J. A.
c und dessen Bruder die Thatsache des Herabfallens solcher
assen vom Himmel als der Natur zuwider für unmög-
klärten und die sibirische Eisenmasse sowohl, als auch
auf die Erde gefallene Mineralkörper für Auswürflinge
lcanen ansahn [1]. Olbers [2] hielt anfangs gleichfalls die
na herabgefallenen Steine für Auswürflinge des Vesuvs,
r 18 Stunden vor der Zeit des Niederfallens derselben
n Hamilton beschriebenen furchtbaren Ausbruch zeigte,
loch schien ihm die Wurfkraft des Berges grofs ge-
m diese Steine 60 Stunden weit, bis Siena hin, zu
en. Eine genauere Berechnung des Luftwiderstandes
doch, dafs eine solche Entfernung nicht einmal durch
er bleierne Kugeln, geschweige denn durch die spe-
chweren Meteorsteine zu erreichen ist, zudem sind
ne in solchen Entfernungen von Vulcanen wirklich
allen, dafs jeder Zusammenhang zwischen beiden als
möglich erscheint. Es bedurfte indefs für Olbers die-
mente nicht, vielmehr gab er selbst die Hypothese
ieder auf, als Howard's Analysen und Beschreibun-
ethan hatten, dafs die Meteorsteine keine Erzeugnisse
er Vulcane seyn könnten, und seitdem darf man diese
sart als beseitigt betrachten.

ehr viele Vertheidiger hat die Hypothese gefunden,
Meteorsteine, gleich dem Hagel, aus mineralischen
gebildet würden. Das Vorhandenseyn solcher Sub-
der Atmosphäre glaubte man kaum nachweisen zu
da das Aufsteigen derselben aus Hohöfen und Hüt-
sattsam bekannt sey, eine Vereinigung derselben zu
n Massen aber ebenso gut möglich seyn müsse, als
Wasserdampfes zu centnerschweren Hagelklumpen.
hmen dabei ihre Zuflucht zur Elektricität, was je-
Beachtung verdient, so lange die eigenthümliche
t dieser Potenz bei dieser speciellen Bildung nicht
chnet wird. J. T. Mayer [3] äufserte diese Hypothese

gé de principes et de faits concern. la Cosmologie. Brunsw.

Corr. Th. VI. S. 148. Vergl. Lichtenberg verm. Schriften.
52.

uch der phys. Astronomie. S. 334.

im Allgemeinen, DIRUF[1] behandelte sie ausführlich, jedoch gewahrt man bald, dafs ihm zur genügenden Begründung derselben die erforderlichen physikalischen Kenntnisse mangeln, auch an FREYGANG[2] fand sie einen Vertheidiger und nicht minder an WREDE[3]. Dieser wendet gegen den lunarischen Ursprung derselben ein: 1) dafs ein 110 ℔. schwerer Körper, welcher aus der Anziehungssphäre des Mondes in die der Erde gelangen und auf letztere fallen soll, beider Abstand zu 58,9 Erdhalbmessern angenommen und den Widerstand der Luft nach L. EULER berechnet, eine Endgeschwindigkeit von 3096,3 Fufs erlangen und nach Vergleichung mit Bomben nach Versuchen 114 Fufs tief einschlagen müfste; 2) dafs sie die Hitze nicht vom Monde mitbringen könnten, weil sie 5 Tage 22 Stunden 14 Min. 19 Secunden Zeit zum Fallen gebrauchen und sich während dieser Zeit abkühlen würden. Dagegen beseitigt WREDE einen gegen diese Hypothese gemachten Einwurf, nämlich dafs die Steine vom Monde aus nicht in so hohe nördliche Breiten geschleudert werden könnten, indem er zeigt, wie diese Folgerung auf der falschen Voraussetzung eines lothrechten Fallens zwischen den Mittelpuncten beider Himmelskörper beruhe. Seiner Ansicht nach sind die Meteorsteine tellurischen Ursprungs, ohne dafs er jedoch die Art ihres Entstehens genau angiebt. Die Meteorsteine hält er für verschieden von den Sternschnuppen, wie es überhaupt verschiedene Arten von Feuerkugeln geben soll, indem diejenigen, welche keine Meteorsteine liefern, für atmosphärischen Ursprungs, die Meteorsteine aber entweder für vulcanisch oder für meteorisch gelten müssen. Zur Unterstützung ihres vulcanischen Ursprungs berechnet er, dafs die Dämpfe in Vulcanen nach G. G. SCHMIDT's Formel eine Anfangsgeschwindigkeit von 2,3 Meile in einer Secunde zu erzeugen vermögen, und also nach Abzug von 1 Meile für den Widerstand der Luft bis 375 geogr. Meilen, bei 10000 Fufs Anfangsgeschwindigkeit aber bis 67,6 Meilen Entfernung geschleudert werden könnten. Ein Argument zur Unterstützung der Hy-

1 Ideen zur Naturerklärung der Meteor- oder Luftsteine. Gött. 1805.

2 Gedanken über die Luftsteine. Gött. 1804.

3 Neue Schriften d. Ges. Naturf. Freunde. Th. IV. S. 290. Im Auszuge in G. XIV. 55.

pothese vom atmosphärischen Ursprunge der Meteorsteine fand WREDE[1] in einem angeblichen Versuche von BEAUFORT[2], welcher aus einem Gemenge von Wasserstoffgas, aus Eisenfeilicht und verdünnter Schwefelsäure bereitet, mit Kohlendampf, Schwefelgas und Staube von Kalk und Erde vereint, vermittelst starker elektrischer Funken ein metallisches Kügelchen gewonnen zu haben angab. PATRIN[3], nachdem er die Wahrheit des Herabfallens von Meteorsteinen lange Zeit bestritten hatte, erklärte ihren Ursprung aus einer Assimilation der unter Dampfform in der Atmosphäre vorhandenen metallischen und erdigen Stoffe. Im Ganzen stimmt hiermit die Ansicht v. HAHN's[4] überein, auch ist FISCHER[5] ein Anhänger derselben, und insbesondere hat IZARN[6] diese Hypothese durch eine Menge hochtrabender Worte mehr in eine dunkle Form gebracht, als aus klar gedachten physikalischen Principien entwickelt. Ferner können noch SEGUIN[7], SOLDANI[8], SALVERTE[9] und BAUMGARTNER[10] als Anhänger dieser Hypothese genannt werden, deren Zahl sich noch bedeutend vermehren liefse, wenn es sich der Mühe lohnte, die verschiedenen, über diesen Gegenstand geäufserten Meinungen aufzusuchen. RUHLAND[11] prüft die bei diesen Meteoren beobachteten Erscheinungen und gründet darauf die Folgerung, dafs alle ihre Bestandtheile in der Luft vorhanden sind, mithin auch leicht vereinigt und unter Mitwirkung der Elektricität in diejenige Form gebracht werden können, unter welcher sie auf die Erde herabzufallen pflegen, wogegen jedoch SCHWEIGGER wohlbegründete Zweifel erhebt. Dagegen meint NICHOLSON[12], wenn die Luft nur bis zur Höhe von 500 Fufs $\frac{1}{1000}$ Eisen

1 Gehlen's N. Journ. Th. I. S. 52.

2 Philos. Magaz. 1802. N. LIV. p. 148.

3 Journ. de Phys. T. LXVIII. p. 401. G. XXXIII. 189.

4 Neue Schriften der Berl. Ges. Naturf. Freunde. Th. II. S. 202.

5 Berliner Denkschriften 1820 u. 21. S. 11.

6 Des pierres tombées du ciel, ou Lithologie atmosphérique cet. Par. 1803. 8.

7 Ann. de Chim. T. LXXXVIII. p. 162.

8 Atti dell' Accademia di Siena. T. IX.

9 Ann. de Chim.

10 Handbuch d. Naturlehre. Wien 1836. S. 846.

11 Schweigg. Journ. Th. VI. 14. XII. 416.

12 Journal of nat. Philos. T. III. p. 256.

und Metall enthalte, so würden über einer Fläche von 10 Acres 3000 ℔. derselben vorhanden seyn, wovon nur ein geringer Theil sich zu präcipitiren brauche, um einen gewaltigen Steinregen zu erzeugen. Auch FISCHER[1] findet keine Hypothese zur Erklärung der Thatsachen genügend, außer die des tellurischen Ursprungs, die er mit den bekannten Argumenten zu unterstützen sucht.

14) Bei weitem der gewiegteste Vertheidiger der Hypothese vom tellurischen Ursprunge der Meteorsteine ist EGEN[2], welcher die ganze Aufgabe mit specieller Berücksichtigung der Thatsachen und Anwendung wohlbegründeter Naturgesetze behandelt, so daſs es allerdings der Mühe werth ist, eine Uebersicht des Ganges seiner Untersuchung mitzutheilen. Voran stellt er zuerst den Hauptgrund für die Richtigkeit seiner Ansicht, welcher darauf beruht, daſs die Bestandtheile dieser Gebilde ganz den irdischen gleichen, da die übrigen Himmelskörper sich durch uns bekannte Eigenthümlichkeiten, namentlich ihres abweichenden specifischen Gewichtes, so sehr unterscheiden, daſs hierauf die Vermuthung verschiedener Bestandtheile derselben gebaut werden kann. Demnächst prüft er die Gründe, womit diese Hypothese, namentlich durch CHLADNI, bestritten und der kosmische Ursprung dieser Meteorgebilde unterstützt wurde. Gegen das Hauptargument, daſs die hierzu erforderlichen Stoffe in der Atmosphäre nicht gefunden werden, führt er die Erfahrungen von den unermeſslichen Quantitäten an, die alljährlich aus den Hohöfen und überhaupt bei technischen Processen in Dampfgestalt emporsteigen, und von den heterogenen Bestandtheilen, die in reinem Wasser vegetirende Pflanzen aus der Luft aufzunehmen pflegen. Einen andern, aus der groſsen Höhe hergenommenen Gegengrund[3] sucht er damit zu beseitigen, daſs er die Thatsache selbst in Zweifel zieht, sofern solche Messungen nicht scharf sind und aus so groſsen Höhen kein Schall gehört

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXI. p. 75.

2 G. LXXII. 375.

3 Die Feuerkugel vom 31. März 1676. soll in 9,5, die vom 19. März 1719 in 64, die vom 17. Juli 1772 in 5, die vom 18. Aug. 1783 in 12, die vom 11. Sept. 1784 in 9,5, die vom 15. Mai 1811 in 16 bis 18 geogr. Meilen Höhe zerplatzt seyn.

werden könnte. Letzteres hat gewifs viel Wahres, allein wenn zugleich zugegeben wird, dafs die Höhe wirklich gebildeter und Meteorsteine gebender Feuerkugeln so weit reicht, dafs die Luft tausendmal dünner als über der Erde ist und dafs die Bestandtheile dazu aus einem übermäfsig grofsen Raume vereinigt werden müfsten, wenn dieses dann dadurch beseitigt werden soll, dafs das Mariotte'sche Gesetz dort vielleicht nicht statt finde oder der Dampf solcher mineralischer Stoffe wohl so dünn nicht sey, so fühlt der unparteiische Forscher bald, dafs sich die eigentliche Schwäche der Hypothese nicht wohl genügend rechtfertigen lasse. Auch Egen erwähnt das Herabfallen bedeutender Schneemassen, selbst in beträchtlichen Höhen, um daraus die Möglichkeit der Bildung von etliche hundert Pfund schweren Meteorsteinen zu folgern; allein selbst Hagelklumpen von solcher Masse sind noch immer problematisch und es würde die Erklärung ihres Entstehens grofsen Schwierigkeiten unterliegen, falls ihr Herabfallen vom Himmel unzweifelhaft constatirt wäre, ungeachtet selbst auf der Oberfläche eines mit kälterem Wasser gefüllten Glases sofort die Bestandtheile, woraus dieser gebildet werden könnte, in Menge zum Vorschein kommen, statt dafs die feinsten Kunstgriffe der Chemiker die Grundstoffe der Meteorsteine bis jetzt noch nicht aufzufinden vermochten. Allerdings fallen mineralische Substanzen mit dem Regen herab, allein blofs im Anfange nach langer Dürre, und so liegt eben hierin zwar ein Beweis, dafs solche in die Atmosphäre emporsteigen, zugleich aber auch die Nachweisung des Mittels, wodurch diese sich derselben wieder entledigt. Ein Argument für den kosmischen Ursprung der Meteorsteine, welches daraus hergenommen wird, dafs manche Beobachter solche Massen vermittelst der Fernröhre im Weltraume gesehn haben, will Egen durch die Unsicherheit dieser Beobachtungen entkräften, dagegen meint er, der unwidersprechlich entscheidende Beweis für einen tellurischen und gegen einen kosmischen Ursprung liege in der Beschaffenheit ihrer Bahn, welche im ersten Falle ein Kreisbogen, im letzteren ein Bogen doppelter Krümmung seyn müsse, ein Umstand, auf welchen man bisher zu wenig geachtet habe. Um dieser Betrachtung gröfseres Gewicht zu geben, unterwirft Egen den Meteorsteinfall am 3. Juni 1822 zu Angers einer genauern Untersuchung und gelangt zu dem Resultate, dafs

diese zu Angers in SO. und zu Poitiers in NW. gesehene Feuerkugel ungefähr eine Höhe von 7,2 französ. Meilen und eine Geschwindigkeit von 250 bis 400 Fuſs in einer Secunde, bei geringer Neigung ihrer Bahn, gehabt habe.

Egen entnimmt endlich aus den Erfahrungen über die Feuermeteore Folgerungen, die ihn zu dem Schlusse führen, daſs die Meteorsteine nicht kosmischen Ursprungs seyn können, vielmehr einen atmosphärischen haben müssen. Zuerst sind die Feuerkugeln, aus denen Meteorsteine herabfallen, von ihrem ersten Erscheinen an zu wenig beobachtet, weil man erst durch ihren Lichtglanz oder das Getöse beim Zerplatzen auf sie aufmerksam wird, in den meisten Fällen trübte sich jedoch der, wenn gleich ganz heitere, Himmel, es zog sich eine dunkle, auch wohl eine glänzende Wolke zusammen und aus dieser flog das Meteor hervor. War gleich in einigen Fällen die Wolke nur Rauch, welcher die Feuerkugel umhüllte, so konnte sie doch in andern auch wohl die Erzeugerin derselben seyn. So sah man im Oct. 1792 in Schweden rothe Wolken von S. nach N. das Firmament bedecken, sie vereinigten sich zu einer funkensprühenden Feuerkugel. Am 2ten Jan. 1756 bemerkte man in Irland gegen Abend eine dem Tagslichte nahe kommende Erleuchtung, drei Stunden später einen hellen Lichtstreifen, welcher 16 Minuten lang in wallender Bewegung mit mancherlei Farben spielte, bis das Meteor explodirte und verschwand. Am 12. Nov. 1799 durchkreuzten sich Lichtstreifen, die sich später in eine wärmebringende Feuerkugel zusammenzogen, und am 21. Mai 1808 erblickte man nach ungewöhnlicher Finsterniſs erst helle Flammen, die zwei Feuersäulen bildeten, aus denen sich auf ihrem Zuge die Feuerkugel gestaltete. Die Feuerkugel, die in der Nacht zum 3. Januar 1810 in der Schweiz gesehn wurde, beobachtete man zuerst zu Bern als schlangenförmiges Lichtmeteor, welches sich dann zur Kugel zusammenzog. Zu Perigeux sah man am 10. April 1812 gen Süden einen Lichtschein und in dessen Mitte einen leuchtenden Punct, in welchen sich das Ganze concentrirte und dann eine Feuerkugel von der Gröſse des Mondes bildete. Dr. Nieuwenhuis sah am 23. Aug. 1812 einen rothen Lichtgürtel, doppelt so breit als der Vollmond; dieser wechselte Gestalt und Farbe, es entstand in ihm eine Feuerkugel, welche ausgeworfen wurde und

wieder in ihn zurücktrat. Einige Fischer sahen am 17. April 1817 am Rhein und am 10. Mai 1820 zu Andernach in einer Lichtwolke eine Feuerkugel entstehn; ebenso beobachtete man an 20. Juli 1820 zu Brünn einen hellen Lichtstreifen, welcher zunehmend heller heraufstieg, bis er sich zu einer glanzvollen Feuerkugel zusammenballte, und zu Neuhausen bei Landshut zog sich am 8. Febr. 1822 ein dunkelrother Schein am Himmel in eine feurige Kugel zusammen.

Absichtlich habe ich diese Thatsachen sämmtlich mitgetheilt, um den Hauptgrund, worauf die Vertheidiger des atmosphärischen Ursprungs der Meteorsteine ihre Hypothese stützen, nicht zu schwächen. Sie lassen sich leicht noch vermehren. Unter andern sah auch Kotzebue[1] am 13. Sept. 1825 zu Hanaruro auf den Sandwich-Inseln aus einer Wolke zwei 15 ℔. schwere Meteorsteine herabfallen. Der Himmel war ganz heiter und die dicke schwarze Wolke berührte mit ihrem untersten Rande einige der hohen Bergspitzen. Es war gänzliche Windstille, aber plötzlich erhob sich aus NO. ein heftiger Sturm, und gleichzeitig entstand in der Wolke das starke Krachen, welches einige Minuten anhielt. Nach Egen's Ansicht soll also eine unter Lichtentwickelung thätige Naturkraft die in den obern Regionen der Atmosphäre schwebenden Theilchen der Meteormassen vereinigen und diese ihre Vereinigung bewirkenden Kräfte sollen ihnen dann zugleich eine Bewegung ertheilen, deren Richtung von der der Schwere verschieden ist. Könne diese Vereinigung nicht im Bereiche der Atmosphäre statt finden, so sey dieses noch weniger im Weltraume möglich, wo es sonst früher geschehn müsse, als das Zwischentreten der Lufttheilchen es hindere, und ebenso müsse die Bewegung der lockeren Masse, wenn diese auch im Himmelsraume statt fände, durch das Eintauchen in den Luftkreis aufgehoben werden. Bei der Bildung der Meteorsteine soll die Elektricität mitwirkende Potenz seyn, jedoch ist Egen in den physikalischen Gesetzen zu sehr bewandert, als dafs er sich hierüber nicht mit gröfserer Behutsamkeit äufsern sollte, als andere der Sache Unkundige, die geradezu alles Unerklärliche den Wirkungen dieser Potenz zuschreiben, um, wie er richtig bemerkt, das Dunkle aus dem Dunkeln zu erklären.

---

1 Dessen Reisen. Th. II. S. 189.

Nur im Allgemeinen deutet er daher die Aehnlichkeit an, die allerdings zwischen den meteorischen Feuerkugeln und zwischen denen statt findet, welche häufig bei Gewittern Gegenstände treffen, auf sie herabfallen und sie nach Art wirklicher Blitzschläge zerstören, ohne irgend eine Spur einer vorhandenen Masse zurückzulassen. Hiernach, meint er dann ferner, liefsen sich die zahlreichen Sternschnuppen, deren Menge oft in einer Nacht allzugrofs ist, als dafs man sie insgesammt für Erzeugnisse kosmischer Materie halten könne, die gröfseren Feuerkugeln und die den Gewittern zugehörigen als gleichartige, blofs verschieden modificirte, elektrische Erscheinungen betrachten, von denen einige die wässerigen Erzeugnisse aus den untern Regionen, namentlich im Hagel, andere die mineralischen aus den obern Theilen des Luftkreises begleiten. Demzufolge mufs das Erscheinen der Feuerkugeln und ihr zahlreicheres Vorkommen auch mit andern Naturphänomenen, namentlich Stürmen und Erdbeben, verbunden seyn, wogegen es allzu abentheuerlich seyn würde, die letzteren grofsartigen Erscheinungen als Erzeugnisse einer, den winzigen kosmischen Massen der Meteorsteine inwohnenden, besondern Kraft zu betrachten. Auch einige mechanische Wirkungen der Feuermeteore sollen zu der Annahme ihrer Bewegung im freien Raume mit Wahrscheinlichkeit und mit Gewifsheit nicht passen. Dahin gehört zuerst die plötzliche Wärme, die bei manchen Feuerkugeln, z. B. bei der vom 4. Mai 1759, vom 13. Juni 1763, vom 12. Nov. 1799, vom 5. April 1800, vom 8. Nov. 1813 und vom 27. Apr. 1817, beobachtet wurde, die von einer Compression der Luft nicht herrühren kann, weil sonst gleichzeitig heftiger Sturm entstehn müfste, und die vielmehr von mächtigen Naturkräften erzeugt werden mufs, wie wir sie nach der Analogie der den Gewittern vorausgehenden Schwüle in der Elektricität mit Wahrscheinlichkeit vielleicht finden können. Die Detonationen beim Zerplatzen der Feuerkugeln sind so stark und mit so heftigen Erschütterungen verbunden, dafs selbst die Explosion der 40000 ℔. Schiefspulver zu Leyden sie nicht erreichte und blofs die Getöse der Vulcane sie übertreffen, was dann abermals auf die Wirksamkeit mächtiger Naturkräfte deutet. Bei 2 Feuerkugeln, der vom 8. Jan. 1648 und der vom 12. Juli 1820, die den Meteorsteinfall bei Dünaburg gab, hat man beobachtet,

dafs sich ihre zersprengten Theile wieder vereinigten. Dieses kann unmöglich vom Widerstande der Luft abgeleitet werden, da weder vulcanische Auswürflinge, noch auch Kanonenkugeln jemals wieder von der Luft zurückgeworfen wurden, und scheint vielmehr die Wirkung abstofsender und anziehender Kräfte zu seyn, welche die Kugel auf ihrem ganzen Wege umspielen und von denen auch die verschiedenen Gestalten abhängen mögen, die ihren wenigstens beim Explodiren schon festen Kern als leuchtende Hülle umgeben. Ebendiese müssen auch die Bewegung der Meteorsteine bedingen, weil sie sonst im Fallen sich mehr der senkrechten nähern oder tiefer einschlagen müfsten; denn ihre Geschwindigkeit ist gar nicht bedeutend, da die Bruchstücke bei l'Aigle und Stannern, ungeachtet sie in einer Höhe von mehr als einer Lieue zerplatzten, doch nur über eine elliptische Fläche von etwa einer Lieue verbreitet lagen, mithin nur etwa eine halbe Lieue weit fortgeschleudert seyn konnten. Dahin gehört dann auch das Abweichen aus ihrer Bahn und selbst eine sprungweise erfolgende Bewegung zur Seite und aufwärts, zu deren Erklärung die gewöhnlichen bewegenden Kräfte nicht genügen, indem vielmehr andere wirksam seyn müssen, die zugleich auch bei der Vereinigung der Meteorsteinmassen thätig sind. Den vorzüglichsten Beweis gegen einen kosmischen Ursprung der Meteorsteine findet Egen in der Projection ihrer Bahn. Die Feuerkugeln, mögen sie Meteorsteine geben oder nicht, erscheinen ohne bestimmte Regel zu allen Tags- und Jahreszeiten und bewegen sich in willkürlichen Richtungen. Wären diese Meteore kosmisch, so müfsten sie entweder unserm Sonnensysteme angehören und sich in einer durch dessen Schwerpunct gehenden Ebene bewegen, oder frei im Weltraume schweben, und dann wäre ihre relative Bewegung die Resultante ihrer eigenen und der Bewegung unserer Erde, zu deren Berechnung jedoch unsere Hülfsmittel nicht ausreichen. Im erstern Falle aber müssen die Bahnen der Feuerkugeln die Bahn der Erde schneiden, wenn sie auf dieselbe herabfallen sollen, und da Letzteres nur bei denen statt finden kann, die aus ihrer Bahn gänzlich abgelenkt werden, so müssen bis zu 230 geogr. Meilen von der Oberfläche der Erde an ebenso viele Feuerkugeln nach einer Störung ihrer Bahn sich wieder von der Erde entfernen, als auf sie herabfallen. Setzt man den Durch-

messer der Feuerkugeln auf 0,25 geogr. Meilen, so sind sie bis 800 Meilen Höhe bei einem scheinbaren Durchmesser von 1 Minute noch sichtbar, und da nach v. Schreibers sich jährlich über der ganzen Erde etwa 2500 Meteorsteinfälle ereignen, so müſste der Weltraum im eigentlichsten Sinne von ihnen erfüllt seyn, wobei es unbegreiflich bleibt, daſs ihrer nicht mehr gesehn werden. Da man die Rotation der Erde, die nur $\frac{1}{64}$ ihrer Bewegung im Raume beträgt und unter höheren Breiten verschwindend ist, vernachlässigen kann, so müssen aus Rücksichten auf die Bewegung der Erde im Weltraume von den Feuerkugeln am Morgen verhältniſsmäſsig viele auf die Erde herabfallen, von denen am Abend dagegen verhältniſsmäſsig viele sich wieder von der Erde entfernen, die den Mittagsstunden angehörenden müssen eine östliche und die mitternächtlichen eine westliche Richtung haben, welches alles den Erfahrungen nicht angemessen ist.

Die hier mitgetheilten Betrachtungen enthalten ohne Zweifel das Wichtigste, was sich mit Grunde gegen die Hypothese eines kosmischen und für die eines tellurischen Ursprungs der Meteorsteine sagen läſst. Nur solche gründliche Untersuchungen verdienen nähere Beachtung, die man nicht wohl bloſs oberflächlichen Behauptungen, z. B. von v. Scherer[1], zuwenden kann, wonach die Meteorsteine losgerissene Stücke der Mondberge seyn sollen, die durch die Wirkung eines elektrischen Actes in den Zustand gekommen sind, in welchem wir sie finden. Ausführlicher und gründlicher, jedoch ungenügend rücksichtlich der in Anspruch genommenen wirksamen Potenz ist die Hypothese von Butler[2], nach dessen Ansicht diese Gebilde aus den Dämpfen in der oberen Luftregion vermittelst der Einwirkung des Magnetismus erzeugt werden sollen.

15) Nach einer dritten Hypothese, welche gleichfalls viele Anhänger gefunden hat und neuerdings durch einen der berühmtesten Gelehrten vertheidigt worden ist, sollen die Meteorsteine aus Mondvulcanen herstammen, weswegen man sie auch Mondsteine genannt hat. Olbers[3] war der erste, der diese

---

1 Oken's Isis. 1833. Hft. IV. bis VI. S. 481.

2 Froriep Notizen. 1830. N. 575. Aus Trans. of the Asiatic Soc. Auch in Monthly Magaz. New Ser. T. VIII. p. 111.

3 Mon. Corr. Th. VII. S. 149. Im Auszuge in G. XIV. 38.

Idee im Jahre 1793 bei Gelegenheit einer Vorlesung im Museum zu Bremen auf Veranlassung des so eben bekannt gewordenen Steinfalles zu Siena äufserte, jedoch nur als ein in sich nichts Widersprechendes enthaltendes Problem, dafs Massen von andern Weltkörpern, namentlich vom Monde, ausgeworfen und durch hinlängliche Wurfkraft bewegt allerdings zur Erde gelangen könnten. Die Möglichkeit hiervon wies er blofs unter der Bedingung nach, dafs beide Weltkörper sich in Ruhe befänden, und unter den vielen späteren Lösungen dieses Problems verdient wohl diese früheste hier mitgetheilt zu werden, da alle folgende auf den nämlichen Grundsätzen beruhn und blofs etwas verschiedene Gröfsen zum Grunde legen. Die Aufgabe an sich ist leicht zu übersehn. Jeder lothrecht von der Erde durch Wurfkräfte emporgeschleuderte Körper würde nicht wieder auf dieselbe zurückfallen, wenn seine Bewegung so stark wäre, dafs die ihr entgegenwirkende Schwere sie nicht zu zerstören vermöchte, bis er an einen Ort gelangte, wo er, von einem andern Weltkörper stärker angezogen, auf diesen herabfallen müfste. Da die Anziehung der Weltkörper sich direct wie ihre Massen und umgekehrt wie das Quadrat der Entfernungen verhält, so sey die Masse der Erde $= T$, die des Mondes $= L$; der Abstand beider $= a$; der Halbmesser der Erde $= r$; der des Mondes $= \varrho$; die Entfernung von der Erde, wohin ein Körper kommen mufs, damit die Anziehung des Mondes auf ihn gröfser werde, als die der Erde $= x$, mithin vom Monde aus $= a - x$. In diesem Puncte wirkt die Anziehung der Erde auf ihn mit einer Kraft $= \frac{T}{x^2}$, der Mond mit einer $= \frac{L}{(a-x)^2}$, wodurch die Bewegung des von der Erde emporgeschleuderten Körpers vermehrt wird. Beide müssen einander aufheben, wenn der Körper zwischen ihnen zum Stillstande kommen soll, jedoch da es blofs um eine relative Bewegung zu thun ist, so darf die letztere um so viel geringer seyn, als womit die Erde selbst vom Monde angezogen wird, nämlich um die Grösse $\frac{L}{a^2}$, mithin ist die ganze, die Bewegung des Körpers vermehrende Kraft $= \frac{L}{(a-x)^2} - \frac{L}{a^2}$. Es sey dann die Geschwindigkeit, womit der Körper in x anlangt, $= v$, so ist, da

dem Differential der Zeit ein Differential dieser Geschwindigkeit zugehört,

$$dv = -\frac{T\,dt}{x^2} + \frac{L\,dt}{(a-x)^2} - \frac{L\,dt}{a^2}.$$

und da $dt = \frac{dx}{v}$ ist, so wird

$$v\,dv = -\frac{T\,dx}{x^2} + \frac{L\,dx}{(a-x)^2} - \frac{L\,dx}{a^2},$$

also integrirt

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{T}{x} + \frac{L}{a-x} - \frac{Lx}{a^2} + \text{Const.}$$

Um die Constante zu bestimmen, dient der Satz, dafs für $x = r$ oder auf der Oberfläche der Erde $v = c$ oder die Geschwindigkeit, welche ein Körper auf der Oberfläche der Erde durch ihre Anziehung erhält, eine bestimmte Gröfse ist, und man erhält dann

$$\text{Const.} = \tfrac{1}{2}c^2 - \frac{T}{r} - \frac{L}{a-r} + \frac{Lr}{a^2},$$

mithin ist

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \tfrac{1}{2}c^2 - \frac{x-r}{xr}T + \frac{x-r}{(a-x)(a-r)}L - \frac{x-r}{a^2}L.$$

Nehmen wir an, der Mond habe gar keinen Einflufs auf den geworfenen Körper oder L sey $= 0$, so erhalten wir

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \tfrac{1}{2}c^2 - \frac{x-r}{xr}T.$$

Hiernach bleibt v so lange möglich, als das, was rechter Hand ist, einen positiven Werth behält oder so lange $\tfrac{1}{2}c^2 > \frac{x-r}{xr}T$ ist. Setzt man x unendlich, so wird $\frac{x-r}{xr}T = \frac{T}{r}$, und ein Körper wird also nie auf die Erde zurückfallen, wenn seine verticale Geschwindigkeit gröfser ist, als $\sqrt{\frac{2T}{r}}$. Die Schwere an der Oberfläche der Erde ist aber $= \frac{T}{r^2}$ und hierdurch erhält er eine Geschwindigkeit $= 2g$, wenn g den Raum bezeichnet, durch welchen er in einer Secunde lothrecht herabfällt, und da die Kräfte durch die Geschwindigkeiten ausgedrückt werden können, so ist $T = 2gr$ und die Geschwin-

digkeit, womit ein vertical von der Erde geworfener Körper sich ins Unendliche fortbewegen wird, $c = 2\sqrt{rg}$. Setzt man hierin $r = 3269093$ Toisen und $g = 15{,}114$ Fuſs, so wird $c = 34435{,}7$ Fuſs, womit ein Körper geworfen, ohne Rücksicht auf den Widerstand der Luft, nie wieder zur Erde zurückkehren würde. Eine solche Kraft kann durch kein ballistisches Mittel erreicht werden, und wenn auch die der Vulcane noch so groſs angenommen wird, so würde dennoch der Widerstand der Luft den Erfolg unmöglich machen. Der Mond dagegen ist viel kleiner und hat keine Atmosphäre, die auf ihm erforderliche Wurfkraft darf daher geringer seyn; ein Ausdruck für dieselbe läſst sich aber leicht finden, wenn man den Buchstaben L statt T in der gefundenen Formel setzt und statt r den Halbmesser des Mondes $\varrho = \frac{3}{11} r$ nimmt. Es ist aber $L = \frac{T}{68{,}5}$, und wenn daher die Fallgeschwindigkeit auf dem Monde $= 2g'$ genannt wird, so ist

$$2g' = \frac{2g}{68{,}5} \times \left(\frac{11}{3}\right)^2,$$

also

$$L = 2g'\varrho^2 = \frac{2gr^2}{68{,}5},$$

mithin für den Mond ist $c' = 2\sqrt{\left(\frac{gr \times 11}{205{,}5}\right)} = 7967{,}08$ Fuſs.

Der vom Monde ausgeworfene Körper wird aber von ihm und der Erde gleich stark angezogen, wenn $x : a - x = \sqrt{T} : \sqrt{L}$, woraus

$$x = \frac{a\sqrt{T}}{\sqrt{T} + \sqrt{L}}.$$

Nimmt man in der Erdnähe $a = 56r$ und für L den oben angegebenen Werth, so wird

$$x = 49{,}964r \text{ und } a - x = 6{,}036r = 22{,}13\varrho.$$

Entfernt sich also ein Körper in der Richtung nach der Erde bis zu 22,13 Mondhalbmessern von diesem Trabanten, so fällt er nicht wieder auf denselben zurück, sondern folgt der stärkeren Anziehung der Erde. Hierdurch wird die gefundene Anfangsgeschwindigkeit um $\sqrt{\frac{1}{22{,}13}}$ geringer und wir erhalten

$$c'' = c' \sqrt{\left(1 - \frac{1}{22,13}\right)} = 7967,08 \sqrt{\frac{21,13}{22,13}} = 7785 \text{ Fuſs.}$$

Die Erde zieht aber den Körper gleich anfangs an und die erforderliche Geschwindigkeit wird hierdurch verringert. Nennt man sie c''' und wird der Abstand beider Himmelskörper $= a$ in Halbmessern des Mondes ausgedrückt, so ist nach den obigen Formeln

$$c''' = c'' - \frac{21,13}{(a-22,13)(a-1)} \cdot \frac{T}{c''} + \frac{21,13}{a^2} \cdot \frac{T}{c''} = 7780,16 \text{ Fuſs,}$$

welches als die geringste Anfangsgeschwindigkeit betrachtet werden muſs, womit ein vom Monde aus geworfener Körper aus der Anziehungssphäre des Mondes in die stärkere der Erde gelangen und auf diese herabfallen kann.

16) Wurfkräfte von einer solchen Stärke, als hierzu erfordert werden, hielt Olbers auf dem Monde für möglich, falls es dort Vulcane von gleicher Beschaffenheit giebt, als auf unserer Erde, und somit wäre also die Möglichkeit, aber auch bloſs diese, erwiesen, daſs Auswürflinge dieses Trabanten auf unserer Erde anlangen könnten. Als auch La Place[1] im J. 1802 äuſserte, Steine vom Monde würden auf die Erde gelangen können, wenn sie mit einer fünf- bis sechsmal so groſsen Anfangsgeschwindigkeit, als die unserer Geschütze, fortgeschleudert würden, und eine so groſse Kraft werde auch bei irdischen Vulcanen getroffen, so gewann diese Hypothese viele Anhänger und mehrere Gelehrte berechneten die hierzu erforderliche Anfangsgeschwindigkeit, die aus leicht begreiflichen Gründen von allen ungefähr gleich groſs gefunden wurde. Joh. T. Mayer[2] findet hierfür 7700 Fuſs, Brandes[3] giebt dafür 8250 an und bemerkt zugleich, daſs sie noch weit gröſser seyn, nämlich über 3 Meilen betragen müsse, wenn die Steine bei ihrer Ankunft auf der Erde die bei Sternschnuppen wirklich beobachtete von 4 Meilen in 1 Secunde ohne das Vorhandenseyn anderweitiger bewegender Kräfte erreichen sollten; Biot[4] berechnet 7771 pariser Fuſs, Pois-

1 Bulletin de la Soc. philom. N. 66 u. 68. Mon. Corr. Th. VI. S. 277.

2 Voigt's Magaz. Th. V. S. 7.

3 Ebend. S. 56.

4 Bulletin des Sciences de la Soc. philom. a. a. O. G. XIII. 353.

son[1] für die Anfangsgeschwindigkeit 7123 par. Fufs, für die Zeit des Fallens 2,657 Tage und für die Endgeschwindigkeit bei der Ankunft auf der Erde ohne den Widerstand der Luft 29562 Fufs in einer Secunde; nach G. G. Schmidt[2] würde die Anfangsgeschwindigkeit im Minimum 5686 par. Fufs und die Endgeschwindigkeit 33765 par. Fufs betragen.

17) Alle diese genannten Gelehrten haben jedoch blofs die Möglichkeit bewiesen, dafs unter der Voraussetzung des Stillstandes beider Himmelskörper durch Wurfkräfte von der angegebenen Intensität Körper vom Monde auf die Erde geschleudert werden könnten, sie sind aber keineswegs der Meinung, dafs die wirklich auf die Erde herabgefallenen Meteorsteine diesen Ursprung haben, eben weil sie am besten einsehn, wie schwer die hierzu erforderlichen Bedingungen bei der gemeinschaftlichen und eigenen Bewegung der Erde und des Mondes statt finden könnten. Inzwischen fand die Hypothese des lunarischen Ursprungs der Meteorolithen viele Anhänger, unter denen Vauquelin[3], welcher diese für die mindest widersinnige hält, de Drée[4], nach dessen Ansicht sie allein den Thatsachen genügt, Prechtl[5] und Fourcroy[6], welcher unter allen andern diese als die passendste betrachtet, genannt werden können. Am ausführlichsten wurde diese Hypothese durch v. Ende[7], welcher die Möglichkeit, dafs Auswürflinge des Mondes auf der Erde ankommen könnten, als durch La Place bewiesen voraussetzt und dann die Wahrscheinlichkeit, dafs dieses wirklich geschehe, aus der Beschaffenheit der Mondsoberfläche ableitet. Dort befinden sich über viermal höhere Berge, als auf unserer Erde, und Einsen-

---

Biot spricht sich nicht entscheidend über den Ursprung der Meteorsteine aus, meint jedoch, dafs sie der Astronomie angehören, und scheint sich dadurch für den kosmischen Ursprung zu erklären. S. Traité élém. d'Astronomie. T. III. p. 111.

1 Izarn Lithologie atmosphérique. p. 283. G. XV. 329.

2 Handbuch der Naturlehre. Giefs. 1813. S. 176.

3 Izarn a. a. O. p. 253. G. XV. 428.

4 Journ. de Phys. 1803. Jun. p. 428. G. XVIII. 296.

5 G. XX. 314.

6 Ann. du Mus. d'Hist. Nat. T. III. p. 112. G. XVIII. 320.

7 Ueber Massen und Steine, die aus dem Monde auf die Erde gefallen sind. Braunschw. 1804. 4. Im Auszuge in G. XVIII. 298.

kungen, die 3 Meilen im Durchmesser und 18500 Fuſs Tiefe haben, die vielen kleinen Krater mit ihren Ringgebirgen deuten an, daſs im Innern des Mondes groſse Kräfte, wodurch die Massen nach auſsen getrieben wurden, thätig seyn müssen, deren Gewalt die Tiefe der Einsenkungen und die groſse Höhe vieler Ringgebirge beurkundet. Schröter glaubte gefunden zu haben, daſs einige Stellen der Mondsoberfläche sich seit den Zeiten Cassini's geändert hätten, ja er entdeckte zuweilen einzelne neue Krater und Berge, die er der sorgfältigsten Nachsuchung ungeachtet vorher nicht wahrgenommen hatte. Selbst unter seinen Augen schienen Veränderungen vorzugehn, indem sogar zwischen dem 7. Jan. und 5. April 1789 in einem Umfange von 8 deutschen Meilen zwei neue Krater entstanden waren[1] und er am 26. Sept. 1788 am Rande des Mare Imbrium eine Lichterscheinung wahrnahm, wo sich 12 Tage später ein neuer Krater zeigte. V. Ende bezieht sich ferner auf die von andern Beobachtern, als Herschel und Piazzi, wahrgenommenen Lichterscheinungen, meint aber zugleich, daſs auch ohne Lichterscheinungen Eruptionen statt finden könnten. Bei einem Versuche zu Petersburg fiel eine Kanonenkugel von 0,2375 engl. Fuſs Durchmesser, mit 4 Unzen Pulver aus einer 7,7 Fuſs langen Kanone lothrecht in die Höhe geschossen, nach 45 Secunden nieder und erreichte nach Dan. Bernoulli[2] eine Höhe von 7819 engl. Fuſs, würde aber im luftleeren Raume 58750 Fuſs erreicht haben; die Mondvulcane können also bei dort mangelnder Atmosphäre und einer 5,3mal geringeren Schwere ihren Auswürflingen leicht eine solche Höhe geben, daſs sie in die Anziehungssphäre der Erde gelangen.

Als die durch v. Ende lebhaft vertheidigten Argumente einen groſsen Theil ihrer Gewichtigkeit verloren, jemehr man sich durch fortgesetzte Beobachtungen mit sehr hellen Fernröhren überzeugte, daſs die vorgeblichen Veränderungen auf der Mondsoberfläche auf Täuschungen beruhten und die bemerkten Lichtpuncte vermuthlich bloſse Wirkungen gespiegelten Lichtes seyen, fand der lunarische Ursprung der Me-

1 Schröter selenotopographische Fragmente. Th. I. §. 471 u. 465.

2 Hydrodynamica. p. 236.

teorsteine zwei neue Vertheidiger. Benzenberg[1] hat in einer eigenen, diesem Gegenstande gewidmeten Schrift mehr seine Meinung, daſs die Sternschnuppen und Feuerkugeln durch Steine erzeugt werden, die vom Monde aus zur Erde gelangen, wiederholt ausgesprochen, als neue Gründe hierfür aufgestellt oder die gegen diese Ansicht gemachten Einwendungen genügend widerlegt; inzwischen ist von ihm allerdings darauf Rücksicht genommen worden, daſs nur der geringste Theil der von den Mondvulcanen ausgeworfenen Massen die Erde wirklich treffen kann, weswegen viele Tausende solcher Steine sich in den verschiedensten Bahnen um die Erde bewegen müssen, auch enthält sein Werk viele interessante, diesen Gegenstand betreffende Mittheilungen. Berzelius[2] dagegen, welcher als zweiter Anhänger der Theorie vom lunarischen Ursprunge der Meteorsteine aufgetreten ist, hat die Aufgabe von einer neuen Seite aufgefaſst, indem er zuerst die Möglichkeit, daſs Mondvulcane Massen bis in den Bereich der Erdanziehung zu schleudern vermögen, als durch Olbers, La Place und andere bewiesen voraussetzt und dann die Wirklichkeit, daſs wir solche Körper in den Meteorsteinen besitzen, auf die Aggregationsform und die chemische Beschaffenheit derselben gründet. Die Hauptmomente seiner Beweise kurz zusammengefaſst sind folgende. Die Meteorolithen enthalten metallisches Eisen; allein dieses Metall kann da, wo Wasser vorhanden ist, in diesem Zustande nicht verharren und wir werden daher zu dem Schlusse veranlaſst, daſs sie vom Monde herkommen, wo es kein Wasser giebt, wie unter andern schon daraus folgt, daſs sonst das Wasser und seine Bestandtheile eine weit dichtere Atmosphäre um den Mond bilden müſsten, als wir daselbst wahrnehmen. Die Meteorsteine sind ferner ganz eigentlich mineralische Gebilde und haben eine den tellurischen Fossilien ähnliche Beschaffenheit, weswegen wir berechtigt sind, sie für Bestandtheile irgend eines andern Himmelskörpers zu halten. Ihre Bestandtheile sind im Ganzen bei allen einander fast bis zur Gleichheit ähnlich, weswegen sie von einem bestimmten Weltkörper herrühren müssen, zu-

---

1 Die Sternschnuppen sind Steine aus den Mondvulcanen u. s. w. Bonn 1834.

2 Poggendorff Ann. XXXIII. 1 u. 113.

gleich aber zeigen sie eine solche Verschiedenheit, dafs sie nicht von einem und demselben Orte abstammen können, da sie auf gleiche Weise einander ungleich sind, als die Fossilien verschiedener Gegenden unserer Erde. Diejenigen Massen können am leichtesten zur Erde gelangen, die von der Mitte der uns zugewandten Seite des Mondes ausgeworfen werden, daher sind die meisten Meteorsteine einander sehr ähnlich, weil sie von daher kommen, die geringe Anzahl der unähnlichen kommt von andern Orten, was mit der Erfahrung sehr genau übereinstimmt. Vielleicht ist die Menge des Nickels, welchen wir in diesen Gebilden finden, wegen seines Magnetismus die Ursache, dafs der Mond uns stets die nämliche Seite zukehrt, indem der Magnetismus der Erde auf diese Seite allein wirkt und nicht zugleich auf die andere, dieses Metall nicht enthaltende. Die Bestandtheile der Meteorsteine sind von den Felsarten unserer Erde verschieden, was gegen die Hypothese ihres tellurischen Ursprunges entscheiden mufs; in ihnen ist die Talkerde vorwaltend, die Kieselerde selten, und sie haben nur einen unbedeutenden Gehalt an Silicaten von Thonerde und Alkali. Sie scheinen ferner nicht, wie unsere vulcanischen Producte, in einem geschmolzenen Zustande ausgeworfen, sondern ruhig und langsam gebildet zu seyn, wie namentlich aus den Sprüngen hervorgeht, die meistens mit einer dunklern Felsart ausgefüllt sind. Der Olivin ist nach Berzelius als präexistirend in den tellurischen Laven nur eingebacken, bei den Meteorsteinen ist er aber gleichförmig mit den übrigen Bestandtheilen gemengt. Als in ihren Bestandtheilen von den übrigen abweichend sind nur die von Stannern, Jonzac und Jüvenas zu betrachten, denn der von Alais unterscheidet sich blofs dadurch, dafs er schon auf dem Monde verwittert war; jene drei aber müssen aus einer andern Gegend dieses Trabanten seyn, denn sie enthalten kein gediegenes Eisen, nur eine unbedeutende Quantität Talkerdesilicat, dagegen aber, aufser Schwefeleisen, Silicate von Kalk, Thonerde und Eisenoxydul und etwas Chrom.

18) Man mufs gestehn, dafs Berzelius mit grofsem Scharfsinne alle die Argumente zur Unterstützung seiner Hypothese aufgesucht hat, die ihm seine tiefen Einsichten in der Chemie und Geognosie darboten, allein es wird dennoch unmöglich seyn, sie gegen die Einwürfe zu schützen, die einer

vollständigen Begründung derselben unwiderstehlich entgegentreten. Einen Gegner hat derselbe bereits an v. Hoff[1] gefunden, welcher noch bei seiner Prüfung der oben erwähnten Hypothese von Butler[2] den kosmischen Ursprung der Meteorsteine für schwieriger, als den atmosphärischen zu vertheidigen hielt. Nach diesem sind die Bestandtheile der Meteorsteine keine andern, als die sich auf unserer Erde finden, ihre Aggregationsform hat gleichfalls Aehnlichkeit mit den Mineralien unserer Erde, ist aber dennoch insoweit verschieden, dafs wir hiernach und hauptsächlich wegen des in ihnen vorhandenen gediegenen Eisens annehmen müssen, dafs sie vor ihrem Herabfallen der Erde nicht angehörten. Hierdurch wird dann allerdings die Folgerung wahrscheinlich, dafs sie von einem unserer Erde verwandten Weltkörper, also dem Monde, herstammen, und wenn gleich die Möglichkeit, dafs Körper vom Monde aus den daselbst wahrscheinlich vorhandenen Vulcanen geschleudert werden können, nur für den Fall des Stillstandes beider Himmelskörper erwiesen ist, wogegen in Folge ihrer Bewegung nur ein geringer Theil der ausgeworfenen Substanzen zur Erde gelangen kann, so steht doch die Möglichkeit an sich einmal fest. Von der andern Seite aber kommt zwar das Eisen gediegen an, woraus auf die Abwesenheit von Sauerstoff geschlossen wird, die übrigen Substanzen aber sind oxydirt und beweisen daher für die Anwesenheit dieses Stoffes, auch deutet zwar die Oberfläche des Mondes auf stark wirkende vulcanische Kräfte, allein deren jetzige Anwesenheit und fortdauernde Thätigkeit ist dennoch keineswegs erwiesen. Sind ferner die Meteorsteine von Mondvulcanen ausgeworfene Massen, so können sie während ihres Fluges nicht wohl Veränderungen erlitten haben, auch zeigen sich davon keine Spuren, aufser geringfügigen auf der Oberfläche. Hiermit stimmen jedoch die bei den Meteorsteinfällen beobachteten Erscheinungen nicht überein. Diese sind zuerst die Lichterscheinung und am Tage eine die Meteorsteine meistens umgebende dunstartige Wolke, welche die Folge einer entweder schon vorhandenen oder erst in der Luft durch Reibung und Compression erhaltenen Glühhitze seyn müfsten. Letzteres ist jedoch wegen

---

1 Poggendorff Ann. XXXVI. 161.
2 Ebend. XXXIV. 351.

der Dünne der oberen Luftschichten, und da weder Kanonenkugeln noch leichtflüssige Flintenkugeln in der untern dichtern Atmosphäre irgend eine merkbare Erhitzung erhalten, nicht wohl denkbar, um so weniger, als die Meteormassen auf der Erde als geformte, verhärtete und zwar heifse, aber keineswegs bis zum Erweichen oder Schmelzen glühende Massen ankommen, da sie der Hypothese gemäfs im untern Theile der Luft gerade den höchsten Hitzgrad annehmen müfsten. Die Meteorsteinmassen, mit Ausnahme der gediegenen Eisenmassen, zeigen sich als krystallinisch gebildete Felsarten, die nicht im Innern, sondern blofs auf der Oberfläche eine geringe, die Bildung der Rinde bewirkende Veränderung erlitten haben, und auch die Eisenmassen zeigen in den Widmanstädten'schen Figuren ein krystallinisches Gefüge, was einer Schmelzung in den untern Luftschichten widerstreitet. Vor allen Dingen ist die laute Explosion, welche viele Meteorsteine in mehrere Meilen betragender Höhe erregen, mit dem Herabfallen eines auf dem Monde bereits ausgebildeten Körpers durchaus unverträglich, weil sich nicht vorstellen läfst, durch welchen Einflufs ein plötzlicher Knall in jenen Regionen einer so dünnen Atmosphäre entstehn könnte. Aufserdem übersteigt die Gröfse der Feuerkugeln die der aus ihnen herabgefallenen Massen zuweilen um das Tausendfache, was sich aus einem durch Reibung und Compression der Luft erzeugten Glühen durchaus nicht erklären läfst. Alle diese, mit der lunarischen Hypothese unvereinbaren Thatsachen berechtigen zu der Folgerung, „dafs in den Augenblicken, in welchen bei einem fallenden „Meteore die Explosion und Lichtentwickelung erfolgt, eine „mächtige chemisch-physische Operation vorgeht, die nicht „blofs Begleiterin des Falles eines festen Körpers oder Wir„kung dieses Falles ist, sondern die aus Urstoffen einen neuen „Körper bildet, und dafs dieser neue Körper eben der Me„teorstein ist."

19) Wie oft auch Olbers den Vertheidigern des lunarischen Ursprungs der Meteorsteine als gewichtige Autorität dient, so ist er doch keineswegs Anhänger dieser Hypothese, wie schon aus seiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand und aus einigen spätern Bemerkungen[1] augenfällig her-

---

1 Benzenberg sandte seine oben erwähnte Abhandlung über die

vorgeht. Olbers sagte schon in seiner ersten Abhandlung:[1] „Bei der mitgetheilten Berechnung ist auf die Bewegung des „Mondes und der Erde keine Rücksicht genommen. Wegen „der Bewegung des Mondes hat der von ihm ausgewor- „fene Körper aufser der Wurfgeschwindigkeit auch noch die „Geschwindigkeit, die der Mond selbst nach der Rich- „tung der Tangente seiner Bahn hat. Ziehn wir diese mit „in Betrachtung, so erhellet, dafs die schweren Körper, „die vom Monde aus mit einer Geschwindigkeit von fast „8000 Fufs und darüber ausgeworfen werden, sobald sie sich „weit genug vom Monde entfernt haben, um von diesem un- „gleich weniger gezogen zu werden, als von der Erde, einen „mehr oder weniger vom Monde perturbirten Kegelschnitt „um die Erde beschreiben werden. Um auf die Erde zu „fallen, mufs dieser Kegelschnitt eine Ellipse von solchen „Dimensionen seyn, dafs das Perigeum derselben innerhalb „des Erdkörpers, wenigstens innerhalb der Atmosphäre der „Erde, fällt. Dazu gehört aber ein sehr bestimmtes Verhält- „nifs der Richtung und Wurfgeschwindigkeit des schweren „Körpers und es können also nur sehr wenige der Massen, die „der Mond etwa ausschleuderte, auf die Erde fallen, so dafs „der Mond selbst nach und nach eine grofse Verminderung „seiner Masse erleiden müfste.“ Olbers[2] sagt weiter: „Wenn „ein Stein vom Monde mit einer Anfangsgeschwindigkeit von „etwa 8000 Fufs fortgeschleudert wird und die erforderliche „Richtung hat, so kann er die Erde treffen und würde dann „mit einer Geschwindigkeit von etwa 35000 Fufs in einer Se- „cunde auf derselben anlangen. Die Sternschnuppen haben „aber eine Geschwindigkeit von 5 geogr. Meilen = 114000 „Fufs und nach einer beiläufigen, auf etliche Tausend Fufs

---

Sternschnuppen an Olbers und erhielt von diesem brieflich einige Bemerkungen über die vertheidigte Hypothese, die mir abschriftlich mitgetheilt worden sind. Ob der berühmte Astronom eine Veröffentlichung dieser belehrenden Aeufserungen beabsichtigte, weifs ich nicht, auf jeden Fall darf er sie nicht scheuen, und da ich ungern dem Publicum einige triftige Entscheidungsgründe für eine so wichtige Aufgabe entziehn möchte, so nehme ich keinen Anstand, den wesentlichen Inhalt derselben hier aufzunehmen.

1 Monatl. Corr. Th. VII. S. 158.

2 Handschriftliche Bemerkungen.

„richtigen Rechnung würde eine Anfangsgeschwindigkeit von „110000 Fufs auf dem Monde erfordert, wenn der ausgeworfene Körper mit 114000 Fufs Geschwindigkeit in der Nähe „der Erde ankommen sollte. Der Satz, dafs eine gehörige „Pulverladung, welche nach HUTTON's Versuchen einer eisernen Kanonenkugel 2000 Fufs Anfangsgeschwindigkeit gab, „auf dem Monde wegen der 5,3mal geringeren Schwere eine „Anfangsgeschwindigkeit von $5,3 \times 2000 = 10600$ Fufs geben „müfste, kann nicht unbedingt zugegeben werden[1], denn bei „jenen Versuchen war die beobachtete Geschwindigkeit eine „horizontale, womit die Schwerkraft unmittelbar nichts zu „thun hat. Die Kugel wiegt auf dem Monde 5,3mal weniger; aber annehmen, dafs sie deswegen 5,3mal schneller bewegt werde, hiefse annehmen, dafs eine hölzerne Kugel von „gleichem Volumen, als eine eiserne, eine 10mal gröfsere Geschwindigkeit, als diese, mithin 20000 Fufs erhalten würde. „Da die parabolische Geschwindigkeit eines um die Erde laufenden Körpers in der Entfernung von ihrem Mittelpuncte „$= r$ gröfser ist, als wenn er sich in einer Ellipse um sie „bewegte, und jene für $r =$ dem Halbmesser der Erde zu 34436

1 Ich finde diesen Satz, dafs bei gleichen Wurfkräften die Anfangsgeschwindigkeit auf dem Monde wegen geringerer Schwere gröfser seyn müsse, zur Unterstützung der lunarischen Hypothese öfter aufgestellt, z. B. von v. ENDE in G. XVIII. 302., allein dieses beruht offenbar auf einer Verwechselung. Auf dem Monde, wie auf der Erde ist die nämliche Masse durch die nämliche Kraft in Bewegung zu setzen und auf beiden Weltkörpern ist daher der Effect, die Anfangsgeschwindigkeit, gleich. Wäre diese der Schwere umgekehrt proportional, so müfste sie beim genau horizontalen Wurfe, wobei die Schwere rücksichtlich der zu ertheilenden Bewegung $= 0$ ist, auf beiden Weltkörpern unendlich seyn. Die Schwere kommt allerdings in Betrachtung, aber nur insofern die verticale Richtung, in welcher sie wirkt, eine Componirende der Bahn ist, worin sich der Körper bewegt. In dieser wird er in der 1sten, 2ten, 3ten .... Secunde auf der Erde, wo die Schwere $= g$ ist, die Räume

$$s - g + s - 3g + s - 5g + \dots$$

zurücklegen, bis für die Zeiten in Secunden $= t$ die Räume $ts - t^2 g = 0$ werden, auf dem Monde aber, wo die Schwere $= g'$ ist, wird er die Räume $s - g' + s - 3g' + s - 5g' + \dots$ durchlaufen, bis $ts - t^2 g' = 0$ ist; dieser Unterschied zwischen g und g' ist aber bei der Formel, wodurch die auf dem Monde erforderliche Anfangsgeschwindigkeit gefunden wurde, schon berücksichtigt.

„Fuſs in 1 Sec. berechnet worden ist, so ist, wenn wir diese „parabolische Geschwindigkeit = M und die halbe groſse Axe „der Ellipse = a nennen, die elliptische Geschwindigkeit v in „demselben Abstande

$$v = M\sqrt{1 - \frac{1}{2a}},$$

„also immer kleiner als M. Soll v gröſser werden als M, so „muſs a negativ seyn, der Körper sich also in einer Hyperbel „bewegen. Alle die Körper also, die in der Nähe der Ober-„fläche der Erde eine gröſsere Geschwindigkeit haben, als „34436 Fuſs, können nicht bei der Erde bleiben, sie werden „sich nur mehr oder weniger um sie biegen, um in weiterer „Entfernung von ihr lediglich der anziehenden Kraft der Sonne „zu gehorchen, um die sie dann irgend einen Kegelschnitt be-„schreiben werden. Dieses kann dienen, die Idee von Mil-„lionen kleiner Massen, die um die Erde laufen sollen, zu „berichtigen."

20) Werden die bisherigen Erörterungen gehörig gewürdigt, so ergiebt sich, daſs die lunarische Hypothese unter allen am wenigsten haltbar ist. Gegen die Annahme, daſs die Meteorsteine aus irdischen Vulcanen abstammen, entscheidet der Augenschein, weil wir den Unterschied der Meteorsteine und der vulcanischen Producte deutlich wahrnehmen, weswegen man nicht wagt, gleich kühne Hypothesen, als in Beziehung auf den entfernten Mond, aufzustellen, sonst könnte man auch hierfür übermäſsig groſse Wurfkräfte annehmen und die Meteormassen aus gröſseren Tiefen ableiten, als wo die gewöhnlichen Laven entstehn. Will man annehmen, die Meteorsteine würden an der Grenze unserer Atmosphäre aus Dämpfen gebildet, so sind jene Regionen uns gleichfalls unbekannt und die Wirksamkeit unbekannter, für diesen Zweck erforderlicher Potenzen bleibt zwar immer bloſs hypothetisch, läſst sich dagegen aber nicht mit absoluter Evidenz widerlegen, was in Beziehung auf die lunarische Hypothese mir allerdings der Fall zu seyn scheint. Es wird zwar oft wiederholt, eine Wurfkraft der Mondvulcane von gegen 7500 Fuſs Anfangsgeschwindigkeit, durch welche Boliden von dort her zur Erde gelangen könnten, sey mathematisch erwiesen, allein dieses scheint mir noch keineswegs der Fall zu seyn, und wenn es

so wäre, so ist zwischen der bloſsen Möglichkeit und der Wirklichkeit, bei vorhandener überwiegender Unwahrschein lichkeit, noch eine groſse Kluft befestigt; denn bloſs möglich ist auch, daſs ein Komet an die Erde stöſst, allein bis jetzt ist es noch nicht geschehn und wird auch wohl nie geschehn. Zuerst darf man die im Minimum erforderliche Wurfkraft der Vulcane von etwa 7500 Fuſs aus triftigen Gründen in Abrede stellen. Allerdings sind die Wurfkräfte der Vulcane unermeſslich, aber sie sind nach der Natur der Krater auf verhältniſsmäſsig so kleine Massen nicht so concentrirt. Wenn man in eine Kanone die hundertfache Menge Pulver lüde, als in ein gewöhnliches Schieſsgewehr, so hätte man allerdings die hundertfache Kraft, allein dennoch würde diese eine einzelne Flintenkugel keineswegs hundertmal weiter, ja nicht einmal so weit fortschleudern, als das ungleich kleinere Schieſsgewehr. Die Vulcane können daher unermeſslich groſse Massen auswerfen und kleinere, als Staub und Asche, durch die aus ihnen aufsteigende Säule von erhitzten Dämpfen, brennenden Gasen und glühend heiſser Luft zu ganz unglaublichen Höhen heben, so daſs sie durch den Wind bis zu undenkbaren Fernen fortgeführt werden, aber sie vermögen nicht, einer compacten Masse eine gleiche Anfangsgeschwindigkeit zu geben, als unsere ihre geringere Kraft völlig concentrirenden Geschütze. Benzenberg[1] führt an, daſs bei einem der fürchterlichsten Ausbrüche des Hecla am 5. Apr. 1766 ein Stein bis 3 Meilen, die Meile zu 24000 rhein. Fuſs gerechnet, also bis 72000 Fuſs weit geworfen wurde. Man weiſs, was von solchen Bestimmungen nach ganzen Meilen zu halten sey; allein angenommen, die Gröſse sey vollkommen genau, so ist der Hecla 4790 Fuſs hoch, welches einer lothrechten Fallhöhe von 18,87 Secunden zugehört, und hätte also der Stein eine horizontale gleichbleibende Geschwindigkeit von 2000 Fuſs in 1 Secunde gehabt, so legte er in dieser Zeit $18{,}87 \times 2000 = 37740$ par. Fuſs zurück, so daſs, jene Gröſse zu 70000 par. Fuſs angenommen, nur 32260 par. Fuſs übrig bleiben. Diese würden zwar durch ein Wurfgeschütz nicht zu erreichen seyn, allein die Bestimmung des Abstandes, bis wohin der Stein, vom Fuſse des Berges an, geschleudert wurde, ist zu wenig constatirt,

1 Die Sternschnuppen sind Steine aus d. Mondvulcanen. S. XXI.

und ich glaube mit Sicherheit annehmen zu können, dafs feste Auswürflinge der Vulcane in gröfseren Massen nie bis zu einer Entfernung geschleudert wurden, wohin sie durch künstliche Wurfgeschosse gebracht werden könnten. Den Mondvulcanen, welche Vorstellung wir uns von ihnen machen, und wie sehr wir ihre Gewalt über die der tellurischen steigern mögen, fehlt auf jeden Fall gleichfalls die erforderliche Concentrirung der Kraft und überhaupt kommt es bei der Ballistik zur Erhaltung eines weiten Wurfes nicht sowohl auf ein plötzlich mit grofser Energie wirkendes Mittel an, da einem solchen die Trägheit der zu bewegenden Masse allzugrofsen Widerstand entgegensetzt (weswegen Knallsilber weniger wirkt als Schiefspulver), als vielmehr auf ein anhaltender nachwirkendes, um die einmal erzeugte Bewegung zu beschleunigen und in dem Augenblicke, wenn der geworfene Körper sich selbst überlassen weiter fliegt, die gröfstmögliche Geschwindigkeit zu erzeugen, wozu jedoch die Bedingungen in den Kratern der Vulcane fehlen. Sonach ist also die im Minimum erforderliche Wurfkraft der Vulcane noch keineswegs erwiesen, sobald es sich um gröfsere feste Massen und nicht um Asche, Sand und Steinchen handelt, die mit Unterstützung des Windes in Rauch und Dampfwolken allerdings bis zu unglaublichen Entfernungen fortgeführt werden. Ebensowenig ist geometrisch erwiesen, dafs ein mit der höchst unwahrscheinlichen, nach unserer Sachkenntnifs vielmehr unmöglichen Anfangsgeschwindigkeit von fast 8000 Fufs aus den Mondvulcanen ausgeworfener Körper die Erde erreichen könne; denn was in dieser Beziehung von den berühmten Geometern ausgesprochen wurde, setzt den Zustand der Ruhe beider Himmelskörper voraus, welcher aber bekanntlich nicht statt findet. Die Bahn des geworfenen Körpers wird dann als eine gerade gedacht, in welcher sich der Körper zwischen dem Monde und der Erde bewegen würde; allein eine solche ist wegen der einmal vorhandenen Bewegung beider Weltkörper ganz unmöglich. Allerdings ist es unnöthig, die Bewegung beider im Weltraume zu berücksichtigen; vielmehr genügt es vorerst, die des Mondes um die Erde, als eines Trabanten derselben, und sofern er sich mit ihr gemeinschaftlich im Sonnenraume bewegt, in die Betrachtung zu ziehn, wenn es sich um den einfachsten möglichen Fall handelt, in welchem ein von ihm aus ge-

worfener Körper zur Erde gelangen könnte. Angenommen, dafs alle Bedingungen sich vereinigten, um diesen Erfolg auf die leichteste Weise herbeizuführen, so wäre auch dann die Bahn des Würflings eine gekrümmte, wie C. G. SCHMIDT[1] ganz richtig bemerkt, mit der concaven Seite dem Mondcentrum zugekehrte, sie würde aber dann, wenn der Körper in den Bereich der gröfseren Anziehung der Erde gelangte, einen Wendepunct erhalten und ihre concave Seite der Erde zuwenden. Auf jeden Fall müfste der Körper bis an diesen Wendepunct geschleudert werden, und sollten die Bedingungen sich insgesammt dahin vereinigen, dafs er mit der geringstmöglichen Wurfgeschwindigkeit diesen erreichte, so würde hierzu doch eine weit gröfsere Kraft erfordert, als diejenige, die ohnehin als unmöglich erscheinen mufs, wenn wir nicht zu unbekannten Potenzen unsere Zuflucht nehmen wollen, deren Annahme allezeit die Unhaltbarkeit und Nichtigkeit der vertheidigten Hypothese andeutet. Mit Recht sagte daher OLBERS, dafs von zahllosen ausgeworfenen Steinen nur sehr wenige zur Erde gelangen würden, wodurch die Masse des Mondes merklich verringert werden müfste, und dann könnte, wie sich leicht hinzufügen läfst, die namentlich in der Nutation bemerkbare Anziehung des Mondes gegen unsere Erde sich nicht gleich bleiben. Um dieses leichter zu übersehn, darf man nur berücksichtigen, dafs von allen aus der von uns abgewandten Mondhälfte in einer vom Centrum des Trabanten aus verlängerten Linie ausgeworfenen Körpern auch nicht einer zur Erde gelangen kann, mithin ist schon die ganze Hälfte für diesen Zweck verloren, und von der andern Hälfte würden aus Rücksicht auf die Bewegung des Mondes um die Erde und die Bewegung beider Himmelskörper um die Sonne nur so wenige zu diesem Ziele gelangen, dafs in Gemäfsheit einer Schätzung der vergeblich vom Monde aus geschleuderten und in Folge der Anziehung der Sonne diese umkreisenden Mondsteine und derer, die wirklich auf der Erde ankommen, die Masse des Trabanten in mefsbarer Zeit merklich verringert werden müfste. Diese Argumente und die oben angegebenen, durch v. HOFF aufgestellten, nöthigen unwiderstehlich, die Hypothese vom lunarischen Ursprunge der Meteorsteine aufzugeben.

1 A. o. a. O.

21) Die vierte und älteste Hypothese hält die Meteorsteine für kosmischen Ursprungs, d. h. sie betrachtet sie als Substanzen, die sich im Weltraume befinden. Es kann hierüber eine doppelte Ansicht statt finden, indem sie nach der einen dem Gebiete unseres Sonnensystems, nach der andern dem gesammten Raume der Fixsterne zugehörig sind, in welchem letzteren Falle anzunehmen wäre, dafs das ganze Sonnensystem bei seiner Bewegung zuweilen solche Regionen durchwanderte, in denen die Erde und demzufolge auch die übrigen Planeten in ihren Bahnen auf diese kosmischen Substanzen stiefsen. Für beide Ansichten lassen sich Gründe angeben und vielleicht findet Beides statt. Von der einen Seite ist der Raum des Sonnensystems grofs genug, um nach der Menge der auf die Erde herabfallenden Meteorsteine eine für die Erde und die übrigen Planeten genügende Anzahl derselben zu enthalten, auch spricht hierfür die Aehnlichkeit dieser Körper mit den Bestandtheilen unserer Erde, da es zu gewagt scheinen könnte, den unendlich entfernten Fixsternen und allen in ihrem Raume vorhandenen Substanzen gleiche oder mindestens so ähnliche Stoffe beizulegen. Von der andern Seite aber, wenn wirklich Kometen sich in parabolischen oder hyperbolischen Bahnen bewegen, deuten diese an, dafs Körper aus dem unermefslichen Himmelsraume im Bereiche unseres Sonnensystems anlangen. Man hat die Frage, welche von diesen Meinungen bei der Annahme des kosmischen Ursprunges der Meteorsteine einzig oder am meisten zulässig sey, unentschieden gelassen, da es im Ganzen unwesentlich ist, welcher man huldigt, und keine überwiegenden Gründe für oder wider die eine oder die andere vorhanden sind, jedoch geben die wiederholt an der nämlichen Stelle im Raume des Sonnensystems zum Vorschein gekommenen zahlreichen Sternschnuppen und die Beschränktheit der Vorstellung, wenn wir allen Weltensystemen gleichartige Bestandtheile zuschreiben wollten, ein schwaches Argument, um mehr für den Ursprung der Meteorsteine im Raume des Sonnensystems zu entscheiden.

Weit wichtiger dagegen ist ein anderer Unterschied. Man kann nämlich entweder annehmen, dafs die Meteorsteine schon gebildet im Weltraume vorhanden sind und sich in willkürlichen Bahnen bewegen, bis sie von der Erde angezogen wer-

den, oder daſs sie als dampfartige, kometarische Masse existiren, durch deren Vereinigung an der Grenze unserer Atmosphäre die herabfallenden Körper ihre nachherige Gestalt erhalten. Der Verfolg der Untersuchungen wird zeigen, daſs nur die letztere Vorstellung den zu ihnen gehörigen Erscheinungen genügt. Endlich muſs noch eine dritte Verschiedenheit der Ansichten berücksichtigt werden. Die meisten, wo nicht alle Anhänger der Hypothese vom kosmischen Ursprunge der Meteorsteine hielten den Einwurf von der übergroſsen Menge der Sternschnuppen, die oft in kurzer Zeit an dem nämlichen Orte beobachtet werden, für zu gewichtig, als daſs sie diese insgesammt mit den groſsen Feuerkugeln für kosmisch halten sollten, und sie gaben daher willig zu, daſs die kleinen Sternschnuppen atmosphärische Gebilde seyen; Chladni war fast der einzige, welcher alle diese gleichartigen Phänomene für gleichen Ursprungs hielt, und ich selbst habe gleichfalls nie eine andere Ansicht gehegt, weil man sich sonst in eine noch gröſsere Schwierigkeit verwickelt, nämlich die Aufgabe, die Grenze anzugeben, wo die tellurischen Sternschnuppen aufhören und die kosmischen anfangen, ein Problem, welches in der That ganz unmöglich ist, da eine solche Scheidung factisch nicht existirt, vielmehr diese Art der Feuermeteore von den kleinsten Sternschnuppen an bis zu den gröſsten Feuerkugeln in einer ununterbrochenen Reihe zusammenhängen. Gerade in dieser Beziehung aber hat sich der Standpunct der Sachen neuerdings bedeutend geändert; denn anstatt daſs man früher Bedenken trug, die Meteorsteine für Erzeugnisse aus dem Weltenraume zu halten, weil die sie begleitenden Feuerkugeln in ihrem ganzen Verhalten eine auf Gleichheit des Ursprungs führende Aehnlichkeit mit den Sternschnuppen haben, die von den gröſsten bis zu den kleinsten ohne bestimmte Grenze herab nicht selten bis zu Hunderten in einer Nacht gesehn wurden und die man dieser groſsen Zahl und verschwindenden Kleinheit wegen nicht füglich glaubte aus den unermeſslichen Himmelsräumen ableiten zu dürfen, haben vielmehr die neuesten Beobachtungen ungewöhnlich zahlreicher Sternschnuppen von der ungleichsten Gröſse, wobei in einem einzelnen groſsartigen Phänomene die ganze Summe aller früheren Erscheinungen vereint schien, zu der Ueberzeugung geführt, daſs gerade diese kosmischen Ursprungs seyn

müssen und daher in Beziehung auf die Meteorsteinmassen nicht wohl ein fernerer Zweifel obwalten kann.

22) Als Urheber der Hypothese, vom kosmischen Ursprunge der Meteorsteine mit Einschluſs der gediegenen Eisenmassen ist Chladni zu betrachten, welcher sie in seiner ersten Schrift über diesen Gegenstand aufstellte und aller Einwürfe ungeachtet standhaft vertheidigte[1]. Dieser scharfsinnige Gelehrte war zugleich der erste, welcher für die Untersuchung aller hierzu gehörigen Phänomene ein ganz neues Feld eröffnete und eine strenge wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes herbeiführte. Alle frühere Meinungen waren entweder höchst unbestimmt oder erweislich falsch. Die älteren Physiker bis auf Musschenbroek und Silberschlag[2] hielten diese sämmtlichen Lichterscheinungen für Entzündungen öliger Dünste oder für phosphorescirende Auswürfe von Raubvögeln und wollten sonderbarer Weise nach Theophrastus Paracelsus[3] und Fludd[4] die auf Wiesen gefundenen schleimigen Massen damit in Verbindung bringen, welche man als Concretionen aus den höhern Regionen der Atmosphäre betrachtete[5], ein Vorurtheil, welches sich bis auf die neuesten Zeiten herab erhalten hat. Die Hypothese von Herbert[6], Toaldo und Volta[7], welcher auch Lampadius[8] und einige andere sich näherten, wonach sie entzündetes Wasserstoffgas seyn sollen, konnte nicht wohl allgemeinern Beifall finden. Die meisten, unter denen vorzüglich Beccaria[9] und Vassalli[10] zu nennen sind, hielten die Sternschnuppen und Feuer-

---

1 Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlichen Eisenmassen. Leipz. 1794. 8. Dann in mehreren Abhandlungen in Gilbert's Annalen, z. B. XIII. 350; XV. 319; XIX. 257; LXXV. 247; in Schweigger's Journ. Th. XI. S. 418. und ausführlich in seiner Schrift über Feuermeteore u. s. w. Wien 1819.

2 Theorie der am 23sten Juli 1762 erschienenen Feuerkugel. 1764. 4.

3 Liber Meteor. cap. 10.

4 Dechales Mundus mathem. Cap. IV.

5 Musschenbroek Introduct. §. 2505.

6 De aëre fluidisque ad aëris genus pert. Viennae 1779.

7 Briefe über die Sumpfluft. Aus d. Ital. 1778.

8 Atmosphärologie. S. 105.

9 Lettere dell' Elettricismo. 1758. 4.

10 Lettere fisico-meteorologiche de' celeberrimi fisici cet. Torino 1789. 8.

kugeln für elektrische Meteore, welcher Ansicht auch Hartmann[1] beitrat, und die Physiker reihten daher allgemein diese Phänomene den elektrischen an, obgleich sie manche abweichende Erscheinungen nicht wohl zu erklären wufsten. Chladni erzählt selbst, dafs er durch Lichtenberg im Jahre 1792 auf die Idee vom kosmischen Ursprunge der Meteorsteine geleitet worden sey, indem dieser geistreiche Physiker bei der Unterhaltung hierüber äufserte, er habe zwar die Phänomene den elektrischen angereiht, weil ihm dieses der schicklichste Ort geschienen, allein manche dieser Meteore dürften doch wohl über die Grenzen der Atmosphäre hinausreichen. Dabei ist nicht ohne Interesse, zu bemerken, dafs, während die Physiker bei diesen seltsamen Erscheinungen zur Elektricität als einzigem Hülfsmittel ihre Zuflucht nahmen, die Astronomen schon frühe wenigstens einige der gröfseren Feuerkugeln für kosmisch erklärten. So hielt Wallis[2] ein solches am 20. Sept. 1676 in England gesehenes Meteor für einen kleinen Kometen, Hartsoeker[3] hegte diese Ansicht in Beziehung auf alle gröfseren Feuerkugeln, Pringle[4] hielt sie für Körper, die beständig im Kreise herumlaufen, und Halley[5] am angemessensten für Materie, welche im Weltraume zerstreut sey und irgendwo in die Anziehungssphäre der Erde komme. Später waren v. Zach und Olbers die ersten, welche Chladni's Hypothese über die Meteorsteine, die er scherzweise *Weltspäne* nannte, nicht verwerflich fanden[6]. Später erklärte v. Zach[7] die Feuerkugeln für kleine Erdkometen, Faray[8] für Satelliten, die unsere Erde umkreisen, eine unhaltbare Meinung, weil diese, ebenso wie der Mond, nicht herabfallen würden. Olbers[9] huldigte schon sehr frühe der Meinung vom Ursprunge der Meteorsteine aus Massen im Weltraume,

---

1 Von der Verwandtschaft der elektrischen Kraft mit den erschrecklichen Lufterscheinungen. Hann. 1759. 8.

2 Philos. Trans. N. 135.

3 Conjectures physiques. A la Haye 1707—1710.

4 Philos. Trans. T. L. p. 63.

5 Ebend. N. 431.

6 Chladni über Feuer-Meteore. S. 9.

7 Correspond. astronom. 1822. N. V.

8 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. T. XXXIV. p. 298.

9 G. XIX. 370.

ebenso HIGGINS[1], jedoch stellt dieser die seltsame Hypothese auf, die Elektricität treibe bei ihrer Ankunft an der Grenze der Atmosphäre die Wärme aus und diese bewirke dann ihr Leuchten. Nach den neuesten Erfahrungen über die Sternschnuppen wird die Hypothese vom kosmischen Ursprunge der Meteormassen unfehlbar allgemeine Anerkennung finden und v. HOFF[2] hat sich bereits entschieden dafür erklärt.

23) Die Argumente, worauf CHLADNI seine Hypothese stützt, sind zuerst die große Höhe, worin die Feuerkugeln erscheinen. Allerdings hat EGEN (§. 14.) diese Thatsache bestritten, allein bei Sternschnuppen läßt sie sich einmal nicht in Abrede stellen, bei der von ihm gewählten Feuerkugel zu Angers kommen schon 7,2 franz. Meilen heraus, und es läßt sich doch nicht wohl annehmen, daß diese unter allen gerade die niedrigste oder die höchste gewesen seyn sollte, vielmehr wird die von Charsonville durch DUTROCHET nur zu 14724 T. oder 6,44 franz. (3,86 geogr.) und die von Weston durch BOWDITCH zu 15360 T. oder 6,72 franz. (4,03 geogr.) Meilen angegeben[3], allein andere waren gewiß höher, und nehmen wir auch nur 8 Meilen als das Maximum an, so würden Tausende von Kubikmeilen solcher Luft, die von hier an aufwärts stets dünner wird, dazu erforderlich seyn, um einen Stein von 10 bis 20 ℔. zu bilden, wobei die zu vereinigenden äußersten Bestandtheile noch obendrein entweder eine so große Geschwindigkeit haben oder so lange Zeit erfordern würden, daß das Zusammentreffen aller dieser Bedingungen sich weit über die Grenze des Vorstellbaren entfernt. Einen zweiten Beweisgrund findet CHLADNI in der parabolischen, anfangs fast horizontalen Bewegung der Feuerkugeln, woraus hervorgehe, daß ihre Bahn durch die anfängliche Bewegung im Himmelsraume und die auf sie einwirkende Anziehung der Erde bedingt werde. Auch die Bogensprünge und rückgehende Bewegung mancher Feuerkugeln sieht er als einen Beweis an, daß sie in einem sehr ausgedehnten Zustande von außen her gegen die Atmosphäre geschleudert und von dieser wieder zurückgeworfen werden. Als ein Hauptargument betrachtet er viertens die unglaubliche Geschwindigkeit, womit

1 Aus Tilloch's Philos. Mag. in G. LX. 236.
2 Poggendorff Ann. XXXVI. 177.
3 Journ. de Phys. T. XC. p. 227.

sich die Feuerkugeln bewegen, ehe sie durch den Widerstand der Luft verzögert werden. Unsere Erde bewegt sich im Mittel mit etwa 4,15 geographischen Meilen in 1 Sec., die Geschwindigkeit der Sternschnuppen will man noch gröfser, im Mittel etwa 5 geogr. Meilen gefunden haben (Brandes[1] fand sie zwischen 4 und 8 Meilen), und wenn auch rücksichtlich der gröfseren Feuerkugeln in dieser Beziehung noch einige Ungewifsheit der Messungen obwaltet, so ist ihre Geschwindigkeit doch auf jeden Fall eine planetarische und giebt einen unwiderleglichen Beweis für ihren kosmischen Ursprung.

Chladni meint dann ferner, die Meteorsteine könnten Gebilde aus Urmaterie seyn, deren Anwesenheit im Weltraume er durch viele Gründe zu beweisen sucht. Diese übergehe ich hier, weil nicht leicht jemand diese Thatsache bezweifeln wird, da es an sich schon seltsam seyn und mit der allgemeinen üppigen Fülle der Natur sowohl als auch ihrer stets fortdauernden schaffenden Production im Widerspruche stehn würde, jene unermefslichen Räume als leer zu denken, neuerdings aber die Anwesenheit vieler kosmischen Masse in derjenigen Gegend, durch welche unsere Erde sich um den 12. bis 14. Nov. bewegt, aus den vielen um jene Zeit mehrmals beobachteten zahlreichen Sternschnuppen fast zur Gewifsheit geworden ist. Dieser Ansicht giebt er den Vorzug, glaubt aber, dafs auch eine andere vertheidigt werden könne, wonach die Meteorsteine Bruchstücke eines zersprengten Weltkörpers wären. Die Astronomie liefert allerdings mehrere Beispiele, dafs Sterne mit hellem Glanze leuchteten, nachher aber verschwanden, und im Allgemeinen hat sogar der Gedanke innere Wahrscheinlichkeit, dafs die Schöpfung des Weltalls mit dem gegenwärtigen Bestande nicht abgeschlossen ist, sondern dafs noch fortwährend im Himmelsraume, wie auf unserem Planeten, Zerstörung des Bestehenden mit Erzeugung des Neuen verbunden ist. Zugleich bezieht sich Chladni auf die durch Lagrange[2] bewiesene Möglichkeit des Vorhandenseyns von Kräften, wodurch ein Planet so zersprengt werden könne, dafs seine Theile in abgesonderten Bahnen um die Sonne liefen, und auf die hieran sich schliefsende Idee von Olbers[3],

1 S. Art. *Sternschnuppe*.
2 Mon. Corr. Th. XXV. S. 558.
3 Ebend. Th. VI. S. 88. u. 313.

dafs die vier neuen Planeten wohl Bruchstücke eines früher bestandenen gröfsern seyn möchten. Hiernach könnten also auch die Meteorsteine Bruchstücke eines zersprengten Planeten seyn; jedoch giebt er der obigen Hypothese deswegen den Vorzug, weil sie sonst zersprengten Felsstücken mehr gleichen müfsten, wofür auch Sömmerring[1] entschieden habe[2].

24) Die wesentliche Grundlage der Theorie vom kosmischen Ursprunge der Meteormassen, nämlich die Anwesenheit von Urmaterie im Weltraume, dürfte wohl am wenigsten Widerspruch finden, wie auch v. Hoff[3] meint, welcher sich dabei auf die Autorität des hierin höchst competenten Herschel[4] bezieht und meint, dafs die begleitenden Erscheinungen, das Leuchten, die Explosion, die ungeheure Ausdehnung der feurigen Masse im Vergleiche mit dem geringen

---

1 Schweigger's N. Journ. Th. XIX. S. 473.

2 Im Gebiete der Hypothesen kann man sich frei bewegen, und es scheint leicht anmafsend, den bestehenden andere entgegenzusetzen. Inzwischen gestehe ich, dafs mir, aus dem physikalischen Standpuncte betrachtet, die Idee von einer Zerstückelung eines vorhandenen Planeten in vier Theile nie recht einleuchten wollte; denn es lassen sich zwar leicht Kräfte bis zu unglaublicher Stärke gesteigert vorstellen, allein dafs eine zu einer solchen Zerstückelung eines Planeten erforderliche in diesem lange Zeit ruhen und dann plötzlich thätig werden sollte, ist schwer vorstellbar. Zudem würde man den gröfseren Planeten, von dem sich vermuthlich mehrere Bruchstücke im Weltraume verloren haben müfsten, vorher gesehn haben oder die Theile desselben wären nicht so lange unbemerkt geblieben und dann so bald nach einander sämmtlich entdeckt. Weit natürlicher und der Bildung der Meteorsteine angemessener scheint mir, dafs auch diese vier Planeten aus Urmasse entstanden sind, was mit ihrer verschiedenen physischen Beschaffenheit und den kometenartigen hohen Atmosphären der Ceres und Pallas vollkommen übereinstimmt. Ohnehin hat die Hypothese einen nicht geringen Grad von Wahrscheinlichkeit, dafs der Kern unserer Erde der Hauptsache nach aus solchen noch nicht oxydirten Bestandtheilen bestehe, als wir sie in den Meteorsteinen finden (namentlich kommt der Olivin in den Laven, den Basalten und den Meteormassen vor), und so zeigten uns also die neuen Planeten mit noch nicht veränderter Kruste ein Bild unseres Planeten in seinem frühesten Zustande, welcher in seinem Innern noch die Glühhitze bewahrt, die wir an jenen Gebilden wahrnehmen, ehe die Erde sie ihnen entzieht.

3 Poggendorff Ann. XXXVI. 178.

4 G. LXXV. 250.

herabgefallenen Producte, das krystallinische Gefüge des
tern, die begleitenden Wölkchen und Lichtstreifen u. s
weit mehr auf die Bildung eines neuen Körpers, als auf
Herabfallen eines schon gebildeten deuten, wenn man
liche Entwickelung von Wärme und Licht in Folge c
scher Compositionen und Decompositionen als bekannt
aussetzt. Hiernach wären also die Hitze und das hier
erzeugte Leuchten eine Folge des Chemismus, was alle
nicht als unmöglich verworfen werden kann (da auch
Verbindungen, als des Schwefels mit Platin und mit
von einer Licht- und Wärme-Entbindung, einer Expl
begleitet zu seyn pflegen), jedoch nicht wahrscheinlich
es unbegreiflich seyn würde, warum diese Explosion
schon früher erfolgt sey. Nach Chladni[1] ist die Erh
eine Folge der Luftcompression, die ungeachtet der
dünnen Atmosphäre wegen der unermeſslichen Geschw
keit der Meteormassen statt finden könne und wobei au
Elektricität von einigem Einfluſs seyn möge. Daſs di
bung nicht als Ursache der Wärme-Entbindung gelten
da heftig geschwungene Kugeln und selbst abgeschossen
erhitzt würden, hat Parrot[2] genügend gezeigt, welc
daher von der Einwirkung des Wasserdunstes auf die S
felmetalle ableitet. Chladni, im Umgange so liebensw
war für die Hypothese, daſs die Hitze eine Folge der
compression sey, wofür er obendrein die Autorität d
ſsen Laplace anführte, so eingenommen, daſs er m
Jahre 1818 bat, ihn mit Einwürfen dagegen zu vers
Bei der hohen Wahrheitsliebe des trefflichen Gelehrten
ich jedoch keinen Anstand, meine Zweifel gegen die
pothese, die auch bei andern, z. B. Gilbert[3], Beifal
zu veröffentlichen[4], die in gröſster Stärke zusamme
darauf zurückkommen, daſs bei der groſsen Höhe,
Feuerkugeln leuchtend gesehn wurden, eine Entbind
Wärme bis zur Glühhitze in Regionen durch Compres

1 Ueber Feuermeteore. S. 34.

2 Handbuch d. theor. Physik. Th. III. S. 183. Vergl.
G. XIX. 244.

3 Dessen Ann. XVIII. 293.

4 Schweigger's Journ. Th. XXV. S. 18.

Luft statt finden müsse, wo es keine Luft mehr gebe, und in der That wurde Chladni hierdurch bewogen zu gestehn, daſs wohl einige Feuerkugeln schon glühend in der Atmosphäre ankommen möchten. In der That scheint mir die Hitze und das Leuchten die geringste Schwierigkeit darzubieten. Wenn wir den mindestens sehr wahrscheinlichen Satz als erwiesen betrachten, daſs die Wärme im absolut leeren[1] Raume die Körper, an welche sie gebunden ist, nicht verlassen könne, weil sie neben ihrer Repulsivkraft auch der Anziehung gegen ponderabele Massen folgt, so läſst sich Newton's Meinung, daſs die Sonne ein glühender Körper sey, keineswegs als unhaltbar betrachten. Bestände auch sie aus solcher Urmaterie, wie wir sie in den Meteorsteinen finden, und hätte diese einen solchen Grad der Hitze, um hiervon das geringe specifische Gewicht der Sonne abzuleiten, so lieſse sich aus diesem enormen Glühen füglich die starke Lichtentbindung erklären, die wir bei allen glühenden Körpern in geringerem Grade gleichfalls wahrnehmen. Abgesehn hiervon zeigen sich die Kometen, die sich schon wegen ihres Schweifes den Feuerkugeln so nahe anschlieſsen, gleichfalls als sehr lockere, im höchsten Grade durch Glühhitze ausgedehnte Körper. Bei der Einfachheit der Natur in allen ihren Operationen dürfen wir uns dreist alle Anhäufungen kosmischer Materien im Weltraume unter dieser Gestalt denken, Feuerkugeln und Sternschnuppen müssen dann höchst ausgedehnt, in Gestalt bloſser Lichtstreifen, auf jeden Fall als eine dünne, glühende und leuchtende Masse, in unserer Atmosphäre ankommen. Die groſse Zahl der Sternschnuppen kann, wie v. Hoff richtig bemerkt, nicht als Gegenargument gelten, denn viel und wenig sind nur relative Begriffe und der Weltraum ist auf jeden Fall unermeſslich groſs gegen die Zahl dieser Meteore, die auf der Erde ankommen, da noch obendrein die Massen bei den Sternschnuppen und kleinern Feuerkugeln so gering sind, daſs sie in Dampfgestalt wieder zu verschwinden scheinen. Findet die Wärme dieser Meteore in der Atmosphäre andere ponderable Masse, welcher sie sich mittheilen kann, so verläſst sie jene, die Grundlage derselben sintert in Folge ihrer Anziehung bei

1 Die Anwesenheit des Lichtäthers hebt die absolute Leere in diesem Sinne nicht auf.

abnehmender Repulsion in Folge des Verlustes von Wärme zu-
men und bildet die Meteorsteine. Diese entweichende Wä-
ist bei einigen Feuerkugeln wirklich empfunden worden; w-
gen der leichten Beweglichkeit der Bestandtheile beim Schw-
ben im freien Raume entsteht ein krystallinisches Gefüge, e-
vollständige Oxydation ist aber wegen Mangels an hinlän-
chem Sauerstoff nicht möglich und bloſs die Oberfläche
leidet eine Schmelzung und geringe Oxydation, deren E-
die Rinde ist, die ich lieber auf diese Weise, als mit
SCHREIBERS durch einen ohne genügenden Grund zu hü-
gerufenen elektrischen Schlag, entstehend annehmen m-
Auch DAVY[1] hegt die Ansicht, daſs die Erden der Mete-
steine in metallischer Gestalt ankommen und erst im Be-
che der Atmosphäre die erforderliche Veränderung erlei-
Das Zerspringen der Meteorsteine in mehrere Stücke zu
kläwen hat nicht die mindeste Schwierigkeit, da die mei-
Körper, selbst Metalle, beim schnellen Uebergange aus
gröſsten Glühhitze dieses zeigen.

25) Es ist in der That überflüssig, alle Einzelheiten
ganzen Phänomens dieser Hypothese speciell anzupassen,
sie sich ohne Schwierigkeit aus derselben erklären lassen,
noch unbekannte physische oder chemische Kräfte an-
zu nehmen; bloſs die ausnehmend starken Explosionen
dem Herabfallen der Meteorsteine vorauszugehn pflegen,
einige Schwierigkeiten dar, unter denen die bedeuten-
doch wahrscheinlich auf falschen Voraussetzungen beruh-
men die kosmischen Massen wirklich in einem Zust-
auſserordentlicher Ausdehnung im Bereiche der Atmos-
daſs sie durch plötzlichen Verlust der Wärme zu einem
lumen von 0,25 bis etwa 2 Kubikfuſs zusammen-
muſs durch das Zusammenschlagen der Luft in den
denen leeren Raum nothwendig eine Explosion von
Intensität bewirkt werden, wie dieselbe durch Erfah-
geben ist. Dieses Phänomen im Allgemeinen ist zwar
gen unserer unvollkommenen Kenntniſs des Wesens der
me noch nicht deutlich erklärt, es ist jedoch kein and-
dasjenige, was wir bei allen andern Explosionen gl-
wahrnehmen. Beim Verbrennen von Knallgas wird a-

1 G. XXXIII. 266.

Weise glühender Wasserdampf gebildet, und wenn dieser sich zu der geringen Masse Wassers vereinigt, entsteht eine verhältnifsmäfsig gleich starke und wohl noch stärkere Explosion durch plötzliche Entweichung oder Bindung der Wärme, die der Zustand der Glühhitze herbeiführte[1], ein Procefs, welcher als allgemein bekannt zwar nicht mehr auffällt, aber dennoch nicht weniger dunkel ist, als der heftige Knall bei der Bildung der Meteormassen aus kosmischem, kometenartigem Nebel, welcher bei stärkerer Glühhitze blofs leuchtet, bei geringerer aber ein wolkenähnliches Ansehn erhält. Ungleich schwieriger aber hat man die Erklärung dieses Phänomens in der Beziehung gefunden, dafs ein so starker Schall in einer so dünnen Luft, wie sie sich in jenen Höhen befinde, wo die Feuerkugeln zerplatzen, gar nicht entstehn könne. Wie bereits gesagt, scheint mir diese Schwierigkeit blofs künstlich herbeigeführt, in der Wirklichkeit aber gar nicht vorhanden zu seyn; denn die Feuerkugeln werden allerdings in Höhen gesehn, wo die Luft zur Erzeugung eines so starken Knalles zu dünn ist, allein dort haben sie dann noch ihre exorbitante Gröfse, die Verminderung ihres Volumens und die hiermit verbundene Explosion erfolgt aber in weit tieferen Regionen. Um dieses zu beweisen, fehlen allerdings die Thatsachen, inzwischen kann ich doch mindestens einen Fall hierzu benutzen. Bei dem Steinregen zu Nantgomery in Maryland vergingen 15 Secunden zwischen dem Knalle und dem Herabfallen der Steine[2], woraus sich mindestens annähernd die Höhe des Zerplatzens berechnen läfst. Nehmen wir die Fallgeschwindigkeit zu 15 par. Fufs, die Fortpflanzung des Schalles in der wärmeren Luft zu 1050 par. Fufs in einer Secunde an und heifst x die Zahl der Secunden, welche der Stein zum Fallen gebrauchte (den Widerstand der Luft, welcher das Resultat nur vermindern würde, nicht beachtet), so ist

$$15x^2 - (15 - x)\,1050 = 15,$$

woraus die Fallzeit = 12,7 Secunden folgt, die eine Fallhöhe nahe = 2420 Fufs giebt. Hiernach könnte das Zerplatzen anderer Feuerkugeln immerhin in einer 10mal gröfseren Höhe erfolgen und dennoch würde die Luft noch hinlängliche

1 Vergl. *Wärme*.

2 Dublin Philos. Journal. N. II. p. 469.

Dichtigkeit zur Erzeugung des Schalles besitzen, da oben drein der Fall in einer lothrechten Richtung angenommen ist, was zuverlässig in der Wirklichkeit selten oder nie statt findet.

M.

Mikrogasometer.

Ein Werkzeug, welches G. G. Schmidt[1] angegeben hat, um die Volumina und Gewichte kleiner Mengen von Gasarten, welche sich nicht mit dem Wasser mischen, ebenso genau zu finden, als das spec. Gewicht tropfbarer Flüssigkeiten. Dasselbe besteht aus dem bei A zugeschmolzenen Glascylinder B, von etwa 0,5 Z. Weite und 3 Z. Höhe. Auf diesen wird vermittelst der Hülse DD die Kugel C von sehr dünnem Messingblech befestigt, welche oben den feinen, bei E mit irgend einem Zeichen bezeichneten Draht als Stütze der dünnen Schale E trägt. Unten um die Röhre wird der metallene Ring HII gelegt und dieser so abgeglichen, dafs der mit Wasser gefüllte Glascylinder in Wasser von 15° R. (oder einer sonstigen Normaltemperatur) eingesenkt, den Apparat genau bis an das Zeichen bei E herabzieht. Die Kugel mufs den doppelten Inhalt des Cylinders, haben, wonach sich ihr Durchmesser leicht finden läfst. Soll dieses z. B. in Theilen des par. Fufses geschehn, so schleift man den zugeschmolzenen Cylinder unten eben, tarirt ihn auf einer Waage und wiegt ihn mit Wasser von der bestimmten Normaltemperatur gefüllt. Das erhaltene Gewicht wird durch 325,6 Gr. Cöln. = 3[illegible] Gr. Medicinalgewicht (als dem Gewichte eines Kub.-Z. Wasser bei 15° R.) dividirt und giebt den Kubik-Inhalt des Cylinders. Indem aber $2\,I = \frac{1}{6} d^3 \pi$ ist, wenn $2\,I$ den doppelten Inhalt des Cylinders und d den Durchmesser der Kugel bezeichnet, so erhält man $d = \sqrt[3]{\frac{12\,I}{\pi}}$. Hiernach wird der durch die genannte Division gefundene Inhaltsraum mit 12 multiplicirt, durch 3,14.... dividirt und aus dem erhaltenen Quotienten die Kubikwurzel gezogen, um den Durchmesser

Fig. 278.

1 Schweigg. Journ. N. F. XIV. 129.

der Kugel zu erhalten. Auch das Gewicht des metallenen Ringes läſst sich in voraus genähert finden, wenn man vom doppelten Gewichte des im Cylinder enthaltenen Wassers das Gewicht des leeren Glascylinders abzieht, wodurch man dasselbe zwar etwas zu groſs erhält, allein dann läſst sich das Instrument nachher desto besser im Wasser von der bestimmten Normaltemperatur genau abgleichen, welches mit der erforderlichen Sorgfalt geschehn muſs.

Läſst man die abzuwägende Gasmenge in den Cylinder, so hebt sich der Apparat und das in die Schale E gelegte Gewicht, durch welches der Apparat wieder bis G einsinkt, drückt das Gewicht des verdrängten Wassers weniger dem Gewichte der Gasart aus. Wird letzteres einstweilen vernachlässigt und heiſst das hineingelegte Gewicht p, so darf man letzteres nur durch das oben angegebene Gewicht eines Kubikzolles Wasser dividiren, um das Volumen des Gases näherungsweise zu finden. Wählt man zur Gewicht-Einheit 0,3256 Gr. Cöln. als das Gewicht von 0,001 Kub.-Zoll Wasser, theilt und vervielfacht diese Gewichte nach 10, so geben die einzelnen Gewichte Zehntel, Hundertstel und Tausendstel eines Kubikzolles unmittelbar. Letztere Gewichte lassen sich am besten aus Draht verfertigen, wovon man ein Ende abschneidet, dessen Gewicht genau bestimmt und dann geometrisch theilt. Will man auch das vernachlässigte Gewicht des Gases mit in Rechnung bringen, so darf nur der gefundene Raum um einen solchen aliquoten Theil vermehrt werden, als das spec. Gew. der gemessenen Gasart beträgt, oder nach der im Art. *Gewicht, specifisches*, enthaltenen Bezeichnung ist das corrigirte Volumen $V' = V(1 + \alpha\gamma)$. Ist endlich die Wasserhöhe von E herabwärts bekannt, wodurch das eingeschlossene Gas comprimirt wird, so können auf der Glasröhre durch die Zahlen 2, 3, 4 die correspondirenden 2, 3, 4.. Lin. Quecksilberhöhe angedeutet werden, wodurch das Gas comprimirt wird. Auf welche Weise das gefundene Volumen auf eine bestimmte Normaltemperatur und einen Normalbarometerstand corrigirt werden müsse, ist bekannt und im Art. *Gewicht, spec. der Gasarten*, ausführlich gezeigt. Mit diesem Apparate könnte auch das spec. Gewicht der Gasarten gefunden werden, wenn man gleiche Volumina atmosphärischer Luft und

Gasarten abwöge, allein für genaue Bestimmungen sind die Volumina zu klein.

M.

Mikrometer.

So heifst jedes Instrument, mit welchem man Gegenstände von sehr kleinen Dimensionen messen kann. Da man aber sehr geringe Dimensionen oder auch den Rand gröfserer Gegenstände nicht mehr mit unbewaffneten Augen scharf genug sehn kann, so sind alle bessere Mikrometer entweder mit Fernröhren, wenn die Gegenstände weit entfernt sind, oder mit Mikroskopen, wenn sie sehr nahe stehn, versehn.

Den beiden letztgenannten Instrumenten verdanken wir vorzüglich die grofsen Fortschritte, welche die Beobachtungskunst in den neueren Zeiten gemacht hat. Unsere Vorgänger vermochten nichts anderes zu messen, als was sie mit unbewaffneten Augen sehn konnten, und dieses ist sehr wenig gegen das, was uns das Fernrohr und das Mikroskop zeigt. Man hat schon öfter die Entdeckung dieser beiden Instrumente — vielleicht die glänzendste unter allen, die je der menschliche Geist gemacht hat, da sie ihm zwei Welten diefs- und jenseit des ihm angewiesenen kleinen Raumes geöffnet hat — man hat diese Entdeckung schon öfter als einen Beweis der Ohnmacht desselben Geistes angeführt, da er sie nicht seinem Scharfsinne, sondern blofs dem blinden Zufalle verdankt, wie denn, nach einer der vielen Erzählungen, die man uns darüber gegeben hat, die planlosen Spiele der Kinder eines Brillenmachers zuerst auf diese den Menschen so lange verborgenen Geheimnisse geführt haben sollen. Auch dürfte es, welche hohe Idee von der geistigen Kraft des Menschen man auch hegen mag, wohl für immer unmöglich seyn, blofs auf dem Wege der theoretischen Speculation Entdeckungen solcher Art zu machen. *Si quis tanta industria exstitisset,* sagt Huyghens in seiner Dioptrik, *ut ex naturae et geometriae principiis Telescopium eruere potuisset, eum ego supra mortalium sortem ingenio valuise dicendum crederem. Sed hoc tam longe abest, ut hujus fortuito reperti artificii rationem non adhuc satis explicare potuerint viri doctissimi.*

Scheint es doch, als ob der Himmel dieses sein köstlichstes Geschenk, das er den Menschen verliehen hat, denselben wieder miſsgönnt hätte. Denn nicht nur diese Entdeckung selbst wurde so ungemein spät und bloſs durch Zufall gemacht, sondern auch der eigentliche Gebrauch des bereits entdeckten Instruments blieb uns viel länger verborgen, als man von dem Eifer, mit welchem man diesen Gegenstand gleich anfangs von allen Seiten verfolgte, hätte erwarten sollen. Das Fernrohr wurde um das Jahr 1590 entdeckt und erst funfzig Jahre später, im J. 1640, lernte man es gehörig gebrauchen und zu eigentlichen Messungen anwenden; ja man kann diese zweite Epoche mit Recht noch volle 30 Jahre später gegen d. J. 1670 setzen, da jene erst unbekannt und bloſs auf ihren Urheber beschränkt blieb.

Man hatte sich nämlich, nach der Entdeckung des Fernrohrs und ebenso des Mikroskops, lange Zeit begnügt, diese beiden Werkzeuge bloſs zum Sehen zu gebrauchen, und man weiſs, wie viel Neues und Unerwartetes Galilei, gleich in den ersten Jahren nach jener Epoche, mit diesen Instrumenten am Himmel gesehn hat. Es war im J. 1610, als er die Gebirge und Thäler des Mondes, die Satelliten Jupiters, die Sonnenflecken, die Lichtphasen der Venus und eine groſse Anzahl früher ganz unbekannter Fixsterne mit seinem übrigens noch sehr unvollkommenen Fernrohre entdeckte. Allein weder er, noch sein scharfsinniger Zeitgenosse Kepler, noch sonst einer der ausgezeichneten Männer jenes Jahrhunderts kam auf die Idee, mit demselben Instrumente, mit welchem man so viel besser sehn konnte, als bisher, nun auch ebensoviel genauer zu messen, und doch war dieses eigentlich der gröſste Vortheil, den man für die Wissenschaft von jener Entdeckung ziehn konnte.

Der erste, der diese Idee hatte, scheint Morin gewesen zu seyn, welcher in seiner *Scientia longitudinum*, die im J. 1634 herauskam, sagte: *Applicatio tubi optici ad alhidadam pro stellis fixis prompte et accurate mensurandis a me excogitata est.* Dieser sonderbare, aber sehr talentvolle Mann war auch der erste, der es im J. 1635 unternahm, die Gestirne den ganzen Tag durch mit seinem Fernrohre zu verfolgen, eine Beschäftigung, die ihm, wie er sagte, ein ganz besonderes Vergnügen gewährte. Jedoch kann diese bloſse Anbrin-

gung des Fernrohrs an Quadranten und andern Meſsinstrumenten noch nicht als das, was man eigentlich bedurfte, angesehn werden. Zwar war das bisherige bloſse Sehen, wozu man das Instrument allein gebraucht hatte, durch Morin's Verfahren auch in ein Messen mittelst des Fernrohrs an den Quadranten verwandelt worden, aber ein genaues Messen, z. B. der Höhe eines Gestirns, war noch immer so gut als unmöglich, da man mit einem bloſsen Fernrohre die Gegenstände, welche man messen wollte, nicht genau pointiren konnte. Man muſste sich begnügen, das zu messende Object, etwa nach dem Augenmaſse, in die Mitte des Feldes des Fernrohrs zu bringen, wobei offenbar alle Präcision ausgeschlossen blieb. Huyghens beschreibt in seinem *Systema Saturnium,* das 1659 zu Haag herauskam, eine von ihm erfundene Vorrichtung, die Durchmesser der Planeten und überhaupt kleine Distanzen am Himmel zu messen, wozu er sich eines Messingblattes bediente, das die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks hatte, dessen Winkel an dem Scheitel sehr klein war und das er durch Einschnitte in das Fernrohr so tief einschob, bis der Durchmesser des Planeten von der Breite des Messingblattes genau bedeckt wurde. Der Marchese Malvasia beschreibt in seinen astronomischen Ephemeriden (Modena 1662) ein Gitter von feinem Draht, das er in dem Brennpunct des Fernrohrs aufstellte und bei welchem er die Distanz der Fäden durch die Zeit bestimmte, die ein Fixstern im Aequator gebraucht, um von einem Faden zum andern zu kommen. Die beiden Pariser Astronomen Auzout und Picard beschrieben in einem Briefe an Oldenburg, vom Jahr 1666, ein Mikrometer, aus zwei seidenen Fäden bestehend, von welchen der eine fest und der andere bewegliche in einen Rahmen gespannt war, den man mittelst einer Schraube auf- und abschieben konnte[1]. Unter Hevel's Nachlaſs fand Hecker[2] in Danzig ein Mikrometer aus parallelen Fäden, deren Abstand man durch eine Schraube messen konnte. Römer's Mikrometer, ebenfalls mit parallelen Fäden, beschreibt Horrebow[3] aus einem um

1 Histoire céleste. 1745. p. 2. u. 11. Mém. de l'Acad. de Paris 1717. p. 72. 1787.

2 Acta Eruditorum. Lips. 1708. Mart.

3 Basis astronomica. Cap. 13.

das J. 1676 verfertigten Aufsatze RÖMER's, in welchem Letzterer erzählt, dafs er dieses Mikrometer zugleich mit PICARD auf der Pariser Sternwarte gebraucht habe. Da aber LA HIRE[1] blofs PICARD und AUZOUT als Erfinder dieses Mikrometers nennt, so glaubt HORREBOW, dafs LA HIRE den Namen RÖMER's absichtlich verschwiegen habe. Auch GOTTFRIED KIRCH erfand im J. 1679 ein sehr einfaches Schraubenmikrometer, das er zuerst in seinem 1696 herausgegebenen Kalender beschreibt. Dieses Mikrometer kam besonders in Deutschland in Gebrauch, da es mit so geringen Kosten verfertigt werden kann. EULER[2] zieht es allen andern vor.

Allein alles bisher Erzählte bezieht sich auf spätere Versuche, und es blieb lange ungewifs, wer zuerst die Idee gehabt hat, Fäden in dem Brennpuncte eines Fernrohrs zur genauern Messung aufzustellen. Erst in unsern Tagen hat endlich DERHAM[3] gezeigt, dafs der talentvolle und unglückliche GASCOIGNE, ein Engländer, der in seinem 33sten Jahre in der Schlacht von Marston-Moore starb, zuerst die Entdeckung, von welcher hier die Rede ist, gemacht habe, indem er schon im J. 1640 nicht nur das Fernrohr an seinen Quadranten anbrachte, sondern auch *in dem Brennpuncte des Fernrohrs feine Fäden* befestigte, durch welche er die Gegenstände, welche er beobachtete, in Beziehung auf ihre Gröfse und Lage eigentlich *messen* konnte. Er ging sogar schon so weit, das Innere seines Fernrohrs durch Lampen künstlich zu beleuchten, um jene Fäden auch bei der Nacht sehn zu können. DERHAM kam in den Besitz der Manuscripte GASCOIGNE's, in welchen dieser seinen beiden astronomischen Freunden, CRABTREE und HORROCKES, diese Erfindung klar und deutlich mittheilte, welche Letztere auch sogleich die grofse Wichtigkeit derselben anerkannten. In der That mufs man auch von dieser Epoche an die eigentliche Reform der beobachtenden Astronomie zählen, da von nun an einzelne Secunden beobachtet und gemessen werden konnten, während die Fehler der früheren Astronomen, selbst wenn sie mit einem Fernrohre versehn waren, auf mehrere Minuten zu gehn pflegten.

1 Mém. de Paris. 1717.
2 Mém. de l'Acad. de Prusse. 1748. p. 121.
3 Philos. Trans. T. XXV. u. T. XXX. p. 603.

Mit jedem Fernrohre übersieht man nämlich, wenn es in irgend einer Lage festgestellt wird, einen bestimmten, gewöhnlich kreisförmigen Raum, den man das *Feld* des Fernrohrs zu nennen pflegt. Je gröfser dieses Feld bei derselben Vergröfserung der Gegenstände ist, desto besser ist im Allgemeinen das Fernrohr. Ein Fernrohr ist nämlich desto vorzüglicher, erstens je mehr vergröfsert es die Gegenstände zeigt, je heller sie zweitens erscheinen, und je mehr man endlich damit auf einmal übersehn kann. Dieses letztere bestimmt das Feld des Fernrohrs. Allein es geht leider aus der innern Einrichtung eines jeden solchen Instruments hervor, dafs das Feld desselben zunehmend kleiner wird, je mehr die Vergröfserung wächst, so dafs also dieses Feld bestimmte Grenzen hat, die es nicht überschreiten kann und die immer enger werden, je stärker die Vergröfserung ist. Geht man über diese Grenzen hinaus, so erscheinen alle Gegenstände an ihrem Rande gefärbt und undeutlich und man verliert viel mehr an der Klarheit, mit welcher man dann die Gegenstände sieht, als man an der scheinbaren Vergröfserung derselben gewonnen hat. Wenn dieses Hindernifs nicht statt hätte, so könnte man bei jedem Fernrohre das Feld so grofs machen und die Vergröfserung so weit treiben, als man nur immer will, und wiewohl oft physikalische Marktschreier mit ihren Lampenmikroskopen einen Floh in der Gröfse eines Elephanten darstellen, zur nicht geringen Verwunderung der unwissenden Zuschauer ihrer Kunststücke, so könnte man auch den Mond, die Sonne und alle Planeten in jeder beliebigen Gröfse darstellen, aber immer nur zugleich desto undeutlicher, dunkler und schwächer an Licht, je mehr sie an Dimension gewinnen.

Jenes *Feld* wird eigentlich von einer in ihrer Mitte kreisförmig ausgebohrten metallenen Platte gebildet, welche im Innern des Fernrohrs, senkrecht auf die Länge desselben, angebracht ist. Solcher Platten oder Diaphragmen, wie man sie nennt, giebt es gewöhnlich mehrere in jedem Fernrohre und sie sind bestimmt, diejenigen Seitenstrahlen des auf das Objectiv fallenden Lichts abzuhalten, die den Eindruck der mittleren Hauptstrahlen nur schwächen oder wohl ganz zerstören würden. Das letzte und wichtigste dieser Diaphragmen aber steht unter allen dem Auge (dem Ocular) zunächst, und dieses ist es auch, welches die Gröfse des erwähnten Feldes

bestimmt. Der Ort, wo es im Innern des Fernrohrs angebracht werden soll, ist eben dort, wo die von den äufsern Gegenständen auf das Objectiv fallenden und von diesem auf der andern Seite dieses Glases gebrochenen Lichtstrahlen sich zu einem kleinen Miniaturbildchen von jenen Gegenständen vereinigen, welches Bildchen dann durch die Ocularlinse, wie durch ein gewöhnliches einfaches Mikroskop vergröfsert und in dieser Gestalt unserem Auge zugeführt wird. Man nennt bekanntlich diesen Ort des Fernrohrs, wo jenes kleine Bild erscheint, den *Brennpunct* des Fernrohrs, weil in der That die in diesem Puncte vereinigten Sonnenstrahlen daselbst eine sehr hohe Temperatur erzeugen und dadurch selbst andere Gegenstände, wenn sie in jenen Punct gebracht werden, wie in dem Brennpuncte eines gewöhnlichen Brennglases oft sehr schnell entzünden.

Aber nicht nur die äufsern Objecte, welche man durch das Fernrohr betrachtet, werden in dem Brennpuncte desselben äufserst scharf und deutlich abgebildet, sondern, und dieses ist hier der wesentliche Umstand, auch jeder andere Gegenstand wird, wenn er in diesen Brennpunct des Fernrohrs gebracht worden ist, daselbst sehr gut und scharf begrenzt gesehn. Ein feines Haar z. B., welches man als eine Sehne jenes kreisförmigen Diaphragma's in einer durch den Brennpunct auf die Axe des Fernrohrs senkrecht gehenden Ebene ausgespannt hat, erscheint daselbst, auch wenn es, wie z. B. ein feiner Silberdraht, an sich selbst blendend weifs ist, ganz schwarz, scharf begrenzt und, was vorzüglich wichtig ist, fest und unverrückt. Wenn man nämlich ein solches Fernrohr z. B. auf die Spitze eines Thurms richtet und so stellt, dafs jener Faden genau die verticale Axe dieser Spitze schneidet, so kann man das Auge vor dem ruhig stehenden Fernrohre auf und ab oder rechts und links verrücken, ohne dafs der Faden, in Beziehung auf die Thurmspitze, seine Lage ändert. Ja man erkennt sogar an dieser Unveränderlichkeit des Fadens bei jener Bewegung des Auges die wahre, durch den Brennpunct gehende Stellung des Fadens, so dafs, wenn man noch eine kleine Beweglichkeit des Fadens bemerkt, man ihn so lange vor- oder rückwärts richten mufs, bis er völlig unbeweglich wird, d. h. bis er genau durch den Brennpunct des Fernrohrs geht.

Man erkennt nun von selbst die Wichtigkeit einer solchen Vorrichtung, sobald es sich darum handelt, einen Gegenstand durch das Fernrohr nicht bloſs besser sehn, sondern auch zugleich messen zu wollen, so wie man ohne weitere Erinnerung sieht, daſs jedes brauchbare Mikrometer, sofern es mit einem Fernrohre in Verbindung gebracht werden soll, in dem Brennpuncte desselben aufgestellt werden müsse.

Es handelt sich daher nur noch darum, welcher Art diese Vorrichtung seyn soll, damit man mit ihrer Hülfe die Gegenstände zugleich sicher und bequem messen kann. Dieſs führt uns demnach zu den verschiedenen Gattungen von Mikrometern, von denen wir nur die vorzüglichsten kurz angeben wollen.

I. *Paralleles Fadennetz.* Dieses besteht in einer, gewöhnlich ungeraden, Anzahl von einander parallelen Fäden, die in einer durch den Brennpunct senkrecht auf die Axe des Fernrohrs gelegten Ebene ausgespannt werden. Man bedient sich derselben in Meridianinstrumenten, wo man diese Fäden auf den Horizont vertical stellt, oder in parallaktisch aufgestellten Instrumenten[1], wo man sie auf die Ebene des Aequators senkrecht, also mit den Declinationskreisen der Gestirne parallel stellt. Gewöhnlich verbindet man damit noch einen andern durch die Mitte des Feldes jene Fäden senkrecht durchschneidenden Faden, der daher in jenen Instrumenten mit dem Horizonte und in diesen mit dem Aequator parallel ist. An diesem letzten kann man dann die Höhe oder die Declination und an jenen ersten, unter sich parallelen Fäden die Differenz der Stundenwinkel oder die Azimuthe beobachten. Geht nämlich z. B. ein Fixstern durch den einen dieser parallelen Fäden in der Zeit t und später ein Planet in der Zeit t' durch denselben Faden, so ist die *Differenz der Rectascension* dieser beiden Gestirne zur Zeit der Beobachtung des Planeten gleich $t' - t$ in Zeitsecunden ausgedrückt oder gleich $15(t' - t)$ Raumsecunden, wenn nämlich auch die beiden Zeiten t und t' in Zeitsecunden ausgedrückt sind. Kennt man daher, wie gewöhnlich, bereits die Rectascension des Fixsterns, so ist dadurch auch die des Planeten gegeben.

Um diese wichtigen Beobachtungen mit gröſserer Schärfe

1 Vergl. *Aequatoreal*. Bd. I. S. 215.

anzustellen, beobachtet man beide Gestirne an allen jenen unter sich parallelen Fäden und nimmt aus den sämmtlichen Durchgangszeiten das arithmetische Mittel. Wenn z. B. drei solcher Fäden vorhanden sind und wenn man folgende Durchgänge beobachtet hätte:

	von dem Fixsterne	von dem Planeten
an dem Faden I . . .	7^h 32′ 13″,1 . .	7^h 41′ 48″,2
II . . .	32 25,8 . .	42 0,3
III . . .	32 37,2 . .	42 11,8
Mittel	7^h 32′ 25″,2 . .	7^h 42′ 0″,1

Die Differenz der beiden Mittel giebt zugleich die Differenz der Rectascension der beiden Gestirne, die gleich 0^h 9′ 34″,9 oder im Raume gleich 2° 23′ 43″,5 ist.

Das vorhergehende einfache Verfahren setzt aber zwei Bedingungen voraus. Erstens dafs die Uhr, die man bei diesen Beobachtungen gebraucht hat, genau nach *Sternzeit*[1] geht. Wenn aber die Uhr in einem Sterntage nicht volle 24 Stunden, sondern z. B. $24^h + \Theta$ giebt, wo Θ in Secunden ausgedrückt die tägliche Acceleration der Uhr genannt wird, so wird man statt des vorhergehenden einfachen Factors 15 die Zahl $15 - 0{,}0001736\,\Theta$ nehmen und damit die Gröfse $(t' - t)$ multipliciren, um sie in Raumsecunden zu verwandeln. Giebt aber die Uhr in einem mittleren Sonnentage $24^h + \Theta$, wo also wieder die hier immer als klein vorausgesetzte Gröfse Θ die tägliche Acceleration einer nahe genau nach mittlerer Zeit gehenden Uhr heifst, so wird der statt 15 zu substituirende Factor $15{,}04107 - 0{,}0001741\;\Theta$ seyn. Sollte die Uhr in beiden Fällen täglich um Θ Secunden hinter ihrer Zeit zurückbleiben, wo also Θ die tägliche Retardation der Uhr ist, so wird man in den beiden vorhergehenden Ausdrücken die Gröfse Θ negativ setzen.

Zweitens setzt aber auch jenes Verfahren voraus, dafs die zwei äufsersten von jenen drei Fäden gleichweit von dem mittleren entfernt sind. Zwar könnte man auch dann, wenn diese Distanzen ungleich sind, noch immer das Mittel aus allen drei Fadenbeobachtungen nehmen, wie zuvor, aber dann würde dieses Mittel nicht mehr, wie man doch will, gleichsam als eine dreifache (also auch im Allgemeinen dreimal bessere)

1 S. Art. *Sternzeit*. Bd. VIII.

Beobachtung der Zeit des Mittelfadens, sondern sie würde als die Beobachtung an einem bloſs imaginären Faden zu betrachten seyn. Um diesen Uebelstand, wenn es einer ist, zu beseitigen, wird man also zuerst die Distanz eines jeden der beiden äuſsern Fäden von dem mittlern durch irgend eine andere Beobachtung bestimmen müssen. Gesetzt man habe auf diese Weise gefunden, daſs die Distanz des ersten Fadens vom mittleren gleich a und die des mittlern vom dritten gleich b Secunden sey, und man habe dann den Durchgang irgend eines Gestirns durch den I., II., III. Faden in derselben Ordnung um die Zeiten t, t′, t″ beobachtet. Dieses vorausgesetzt wird man, wie man leicht sieht, für diese drei Beobachtungszeiten, wenn man sie alle auf den mittlern Faden reducirt, die folgenden Zeiten erhalten:

$$t + \frac{a}{\mathrm{Cos.}\,\delta},$$
$$t',$$
$$t'' - \frac{a}{\mathrm{Cos.}\,\delta},$$

wo δ die Declination des Gestirns bezeichnet. Demnach wird also auch das Mittel aus allen drei Beobachtungen seyn

$$\frac{t + t' + t''}{3} \quad \frac{a - a'}{3\,\mathrm{Cos.}\,\delta}$$

oder $\frac{a - a'}{3\,\mathrm{Cos.}\,\delta}$ wird die Correction seyn, die man mit ihrem Zeichen an dem Mittel der drei Beobachtungszeiten

$$T = \tfrac{1}{3}(t + t' + t')$$

anbringen muſs, um eine Beobachtung an dem Mittelfaden zu erhalten, die im Allgemeinen einen dreifach gröſseren Werth hat, als jede der drei vorhergehenden einzelnen Beobachtungen. Hätte man fünf Fäden und wären t, t′, t″ t‴ und t^{IV} die an ihnen gemachten Beobachtungszeiten, so wie a und a′, b und b′ in derselben Ordnung die Distanzen des mittleren Fadens von dem I., II., IV. und V., so wird man an das Mittel der Beobachtungszeiten

$$T = \tfrac{1}{5}(t + t' + t'' + t''' + t^{IV})$$

die Correction $\frac{1}{5\,\mathrm{Cos.}\,\delta}(a + a' - b - b')$ mit ihrem Zeichen setzen, um gleichsam eine fünffache Beobachtung an dem Mittelfaden zu erhalten.

Da das hier Gesagte allem Folgenden dieses für das ganze Gebiet der Physik und Astronomie sehr wichtigen Artikels zu Grunde liegt, so wird es nicht unangemessen seyn, zu zeigen, auf welche Weise auch noch die Gröfsen a oder b, das heifst die Distanzen zweier Fäden oder überhaupt zweier fester Puncte im Felde des Fernrohrs, bestimmt werden können. Sey AB diese Distanz und sey $AP = p$ und $BP = p'$ die Poldistanz der beiden Endpuncte A und B von dem Pole P des Aequators. Man lasse nun die Linie AB durch irgend einen fixen Declinationskreis, z. B. durch den Meridian, gehn und bemerke die Zwischenzeit Θ in Sternzeitsecunden, während welcher die Puncte A und B durch den Meridian gegangen sind. Da diese Zwischenzeit, in Raumsecunden ausgedrückt, offenbar gleich dem Winkel APB ist, so kennt man in dem sphärischen Dreiecke ABP zwei Seiten mit dem eingeschlossenen Winkel $APB = 15t$, also ist auch, wenn man die gesuchte dritte Seite AB durch a bezeichnet,

Fig. 279.

$$\text{Cos.}\,a = \text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}\,p' + \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,p'\,\text{Cos.}\,15\Theta$$

oder auch

$$\text{Sin.}^2\,\tfrac{1}{2}a = \text{Sin.}^2\,\frac{p'-p}{2} + \text{Sin.}\,p'\,\text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}^2\,\tfrac{15}{2}\Theta.$$

Für den gewöhnlichen Fall, wo die gesuchte Linie AB schon mit dem Aequator parallel ist, wie dieses bei der Distanz der erwähnten parallelen Fäden vorausgesetzt wird, hat man $p = p'$ und daher

$$\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}a = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,\tfrac{15}{2}\Theta,$$

oder wenn, wie zuvor, δ die Declination der dem Aequator parallelen Linie AB heifst,

$$\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}a = \text{Cos.}\,\delta\,\text{Sin.}\,\tfrac{15}{2}\Theta,$$

und dieser Ausdruck ist ganz genau, wie grofs auch die Linie AB seyn mag. Ist aber die zu messende Distanz AB, wie dieses in der That meistens der Fall ist, nur klein, so kann man statt der letzten Gleichung auch die folgende anwenden

$$a = 15\,\Theta\,.\,\text{Cos.}\,\delta.$$

Beobachtet man nun einen dem Pole nahen Stern, z. B. den Polarstern, dessen Declination δ man sehr genau kennt, und findet man, dafs die Sternzeit, die er gebraucht, von einem jener Fäden zum nächstfolgenden zu kommen, Θ Secunden beträgt, so ist die gesuchte Distanz a dieser zwei Fäden

$$a = 15\,\Theta \,.\, \mathrm{Cos.}\,\delta$$

und dieses ist der Werth von a, den man in den oben gegebenen Ausdrücken anwenden mufs, um die an den Seitenfäden beobachtete Zeit auf den Mittelfaden zu bringen.

Ehe wir weiter gehn, wollen wir noch kurz anzeigen, auf welche Weise man die Ebene dieser sowohl, als auch die aller folgenden Netze genau in den Brennpunct des Fernrohrs bringen kann. Zu diesem Zwecke stelle man zuerst das Ocular des Fernrohrs so, dafs man damit gut begrenzte und sehr entfernte Gegenstände deutlich sieht. Hierzu eignen sich vorzüglich die Doppelsterne. Wenn man dann, bei dieser Stellung des Oculars, die Fäden nicht ganz schwarz, rein und scharf begrenzt sieht, so nähert oder entfernt man das ganze Netz (durch eigens dazu vorgerichtete Schrauben) von dem Oculare so lange, bis sie völlig schwarz und scharf erscheinen. Stellt man dann einen dieser Fäden auf ein wohl bestimmtes, sehr entferntes terrestrisches Object, z. B. auf die Spitze eines Thurms, und bewegt man das Auge vor der Oeffnung des Oculars so weit als möglich auf und ab oder rechts und links, so wird der Faden noch etwas zu nahe am Oculare stehn, wenn bei jener Bewegung des Auges Auge und Bild des Objects auf dieselbe Seite des Fadens zu gehn scheint, und umgekehrt, wodurch man daher die Ebene des Netzes mit der gröfsten Schärfe an ihren wahren Ort im Fernrohre bringen kann.

II. *Netze mit gegen einander geneigten Fäden.* Das bisher beschriebene Netz mit parallelen Fäden ist blofs, wie man sieht, zur Bestimmung der Rectascensionsdifferenz der Gestirne geeignet. Wenn man aber diese Fäden gegen einander unter bekannten Winkeln neigt, so kann man an einem solchen Netze sowohl die Differenz der Rectascension, als auch die der Declination erhalten und daher den Ort des Gestirns am Himmel vollständig bestimmen. Dieses Vortheiles wegen haben sich die Astronomen des letztverflossenen Jahrhunderts besonders bemüht, die sicherste und bequemste Art dieser Netze, deren es natürlich unzählig viele giebt, aufzufinden und sie mit der hier nothwendigen Präcision zu construiren, da jeder Fehler, den man in ihrer Construction begangen hat, in dem Brennpuncte des Fernrohrs gewöhnlich sehr stark vergröfsert erscheint.

A. Netz mit zwei geneigten Fäden.

Nehmen wir zuerst nur zwei solche Fäden CS und CT an, die unter einem gegebenen Winkel SCT = m gegen einander ausgespannt sind. Nennen wir t und t′ die Sternzeiten, welche zwei bekannte Sterne gebrauchen die Sehnen AB und A′B′ zu durchlaufen, vorausgesetzt, dafs man diese Zeiten schon durch 15 Cos. Decl.* multiplicirt hat. Sey ebenso t″ die auf dieselbe Weise reducirte Zeit, die ein noch unbekanntes Gestirn, z. B. ein Komet, gebraucht, um die Sehne A″B″ zu durchlaufen. Man ziehe die auf diese Wege der Gestirne senkrechten Linien $Ab = d$, $A'b' = d'$, so ist $d - d' = d''$ die bekannte Differenz der Declinationen der beiden Fixsterne. Endlich ziehe man durch C eine den gegebenen Winkel SCT = m halbirende Gerade CP. Setzt man alsdann den Winkel dieser Geraden mit den Parallelkreisen AB, A′B′ .... der Sterne, d. h. setzt man den Winkel BPC = x, so findet man diesen Winkel durch folgende einfache Gleichung

Fig. 280.

$$\text{Cos.}\,2x = \text{Cos.}\,m - \frac{2d''\ \text{Sin.}\,m}{t'-t}$$

und dadurch ist also auch die Lage des Netzes SCT gegen die Parallelkreise der Gestirne gegeben. Dieses vorausgesetzt ist die Declinationsdifferenz d zwischen dem Kometen und dem ersten Fixsterne

$$d = \frac{(t''-t).d''}{t'-t}$$

und ebenso die Declinationsdifferenz d′ zwischen dem Kometen und dem zweiten Fixsterne

$$d' = \frac{(t''-t').d''}{t'-t}.$$

Um ebenso die Rectascensionsdifferenz dieser Gestirne zu finden, hat man, wie man leicht aus den ebenen Dreiecken der Zeichnung findet,

$$A''b = \tfrac{1}{2}(t''-t)\ \frac{\text{Sin.}\,2x + \text{Sin.}\,m}{\text{Sin.}\,m}$$

und

$$A''b' = \tfrac{1}{2}(t''-t')\ \frac{\text{Sin.}\,2x + \text{Sin.}\,m}{\text{Sin.}\,m} = \frac{t''-t'}{t''-t}.\,A''b.$$

Dieses vorausgesetzt sey T, T′, T″ der Augenblick, wo der

erste und der zweite Stern und wo der Komet in den Puncten A, A′, A″ durch den ersten Faden CS ging, so hat man für die gesuchte Differenz der Rectascension zwischen dem Kometen und dem ersten Sterne

$$T'' + A''b - T$$

und zwischen dem Kometen und dem zweiten Sterne

$$T''' + A''b' - T'.$$

Man sieht, dafs man den zweiten der beiden Fixsterne nur zur Bestimmung der Lage des Netzes gegen den Declinationskreis oder überhaupt gegen den Aequator gebraucht. Wäre diese Lage, d. h. wäre der Winkel x schon bekannt, so würde ein einziger Stern genügen, die Rectascension und Declination des Kometen zu finden. Hätte man z. B., was das Einfachste ist, die den Winkel m halbirende Linie CP (die in dem Netze wieder durch einen dritten Faden vorgestellt seyn kann) so gestellt, dafs sie auf den Parallelkreisen der Gestirne senkrecht stände, hätte man also $x = 90^\circ$, so würden die vorhergehenden zwei Gröfsen A″b und A″b′ in folgende einfache übergehn

$$A''b = \tfrac{1}{2}(t'' - t) \text{ und } A''b' = \tfrac{1}{2}(t'' - t').$$

B. Netz mit drei geneigten Fäden.

Da es aber in der Ausführung schwer ist, den Winkel zweier Fäden durch einen dritten, mit der hier unentbehrlichen grofsen Schärfe zu halbiren so wollen wir noch den Gebrauch eines andern Netzes zeigen, das aus drei unter *willkürlichen* Winkeln gegen einander geneigten Fäden besteht. Fig. 281. Seyen AD, BD, CD diese drei Fäden, die sich alle in dem Puncte D schneiden. Sey der Winkel der beiden ersten Fäden ADB = m und der der beiden letzten BDC = n. Nennen wir wieder, wie zuvor, die Sehnen, welche die durch dieses Netz gehenden Gestirne beschreiben, nachdem man sie durch 15 Cos. Decl. * multiplicirt hat, für den bekannten Fixstern AB = t und BC = Θ und für den in seiner Lage noch unbekannten Kometen A′ B′ = t′ und B′ C′ = Θ und sey auch hier wieder der Winkel des mittlern Fadens mit dem Parallelkreise DBC = DB′C′ = x.

Hier genügt demnach schon ein einziger Fixstern, weil man drei Fäden hat, an denen allen man die Durchgänge der

Sterne beobachtet, so dafs die vier Linien t, t' und Θ, Θ' genügen, nicht nur die Lage des Netzes am Himmel, sondern auch die des Kometen gegen den bekannten Fixstern zu bestimmen.

Man findet nämlich zuerst für den Winkel x die Gleichung

$$\text{Cotg.}(x-m)=\frac{t\,\text{Sin.}\,n-\Theta'\,\text{Sin.}\,m\,\text{Cos.}(m+n)}{\Theta'\,\text{Sin.}\,m\,\text{Sin.}(m+n)}.$$

Ist so der Werth von x bekannt, so findet man den senkrechten Abstand $A'\alpha=B'\beta=C'\gamma=d$ der beiden Parallelkreise, d. h. die Declinations-Differenz der beiden Gestirne durch den Ausdruck

$$d=(t-t')\frac{\text{Sin.}\,x\,\text{Sin.}(x-m)}{\text{Sin.}\,m.}.$$

Um endlich noch den Rectascensions-Unterschied der beiden Gestirne zu finden, hat man

$$A\alpha=(t-t')\frac{\text{Sin.}\,x\,\text{Cos.}(x-m)}{\text{Sin.}\,m},$$

$$B\beta=\frac{\Theta}{t}(t-t')\frac{\text{Sin.}(x+n)\,\text{Cos.}\,x}{\text{Sin.}\,n}$$

und

$$C\gamma=\frac{\Theta}{t}(t-t')\frac{\text{Cos.}(x+n)\,\text{Sin.}\,x}{\text{Sin.}\,n}.$$

Bezeichnet man daher wieder durch A, B, C und durch A', B', C' die Zeitmomente, wo der Fixstern durch die drei Fäden in den Puncten A, B, C und wo der Komet durch dieselben in den Puncten A', B', C' gegangen ist, so hat man für die Differenz der Rectascension beider Gestirne

$$A+A\alpha-A' \text{ oder}$$
$$B+B\beta-B' \text{ oder endlich}$$
$$C+C\gamma-C'.$$

Einfacher werden diese Ausdrücke, wenn man die beiden Winkel m und n einander gleich setzt. Man erhält dann, ohne zuvor den Werth von x zu berechnen, folgende Gleichungen:

$$d=\frac{\Theta'(t-t')(t+\Theta')\,\text{Sin.}\,2m}{t^2-2t\Theta'\,\text{Cos.}\,2m+\Theta'^2},$$

$$A\alpha=\frac{d.(t-\Theta'\,\text{Cos.}\,2m)}{\Theta'\,\text{Sin.}\,2m},$$

$$B\beta=\frac{d.(t-\Theta')}{t+\Theta'}.\text{Cotg.}\,m$$

und

$$C\gamma = -\frac{d.(t - \Theta' \,\mathrm{Cos.}\, 2m)}{\Theta' \,\mathrm{Sin.}\, 2m}.$$

Wenn man in diesen letzten Gleichungen dem Winkel m einen bestimmten Werth giebt, so erhält man die verschiedenen Netze, die man für den hier in Rede stehenden Zweck vorgeschlagen hat. Wir wollen davon nur die zwei vorzüglichsten anführen.

Fig. 282. Seyen C und D die Mittelpuncte zweier gegenüberstehenden Seiten eines Quadrats. Man ziehe aus jedem dieser Mittelpuncte zwei gerade Linien nach den gegenüberstehenden Ecken a, b und c, d, so bilden diese vier Linien ein rautenförmiges Viereck CDEF, welches das Bradley'sche Netz heifst, weil es von diesem Astronomen zuerst vorgeschlagen und später in beinahe allgemeinen Gebrauch gekommen ist. Zieht man noch durch jene beiden Puncte C und D den dritten Faden CD, so ist der Winkel CDa = CDb = m von einer solchen Gröfse, dafs man hat Tang. $m = \frac{1}{2}$, also auch Sin. $m = \frac{1}{\sqrt{5}}$ und Cos. $m = \frac{2}{\sqrt{5}}$. Substituirt man diese Werthe in den vorhergehenden allgemeinen Ausdrücken, so erhält man für das Bradley'sche Netz

$$\mathrm{Tang.}\, x = -\tfrac{1}{2}\frac{(t+\Theta)}{t-\Theta}; \quad d = \frac{4\Theta(t-t')(t+\Theta)}{5(t^2+\Theta^2)-6t\Theta};$$

$$A\alpha = d.\frac{(5t-3\Theta)}{4\Theta}; \quad B\beta = 2d.\frac{(t-\Theta)}{t+\Theta}; \quad C\gamma = d.\frac{(3t-5\Theta)}{4t}.$$

Für den einfachsten Fall, wo die Diagonale CD des Bradley'schen Netzes mit dem Declinationskreise des Sterns parallel oder senkrecht auf den Aequator gestellt worden ist, hat man $x = 90^\circ$, also auch $\Theta = t$, so dafs daher für diesen Fall die vorhergehenden Ausdrücke in die folgenden, äufserst einfachen, übergehn:

$$d = 2(t - t'),$$
$$a = t - t',$$
$$b = 0,$$
$$c = t' - t.$$

Fig. 283. Ist aber, wie Burckhardt zuerst vorgeschlagen hat, das Netz CDEF selbst ein vollkommenes Quadrat, so ist der Winkel CDE = CDF = m = 45°, also hat man auch für dieses Netz

$$\text{Tang.}\,(x-45^\circ)=\frac{\Theta}{t'};$$

$$d=\frac{\Theta(t-t')(t+\Theta)}{t^2+\Theta^2};$$

$$A\alpha=\frac{d.t}{\Theta};\; B\beta=d.\frac{(t-\Theta')}{t+\Theta'};\; C\gamma=-\frac{d.t}{\Theta}.$$

Stellt man wieder die Diagonale CD senkrecht auf den Parallelkreis der Sterne, so ist $x=90^\circ$, also $\Theta=t$ und daher

$$d=t-t';\; A\alpha=d;\; B\beta=0 \text{ und } C\gamma=-d.$$

Die vorhergehenden Ausdrücke können, mit einigen leichten Modificationen, auch auf die Durchgänge der Sterne durch die Seitenfäden Ec, Fd, Eb und Fa angewendet werden. Da es dem Künstler schwer fällt, die Winkel in C und D von gleicher und überdiefs von einer bestimmten Gröfse zu machen, so wird es besser seyn, die in diesen Winkeln etwa noch zurückgebliebenen Fehler unmittelbar durch astronomische Beobachtungen zu bestimmen, wozu man ein Sternpaar anwenden kann, dessen Declinations-Unterschied genau bekannt ist. Fig. 282.

III. *Kreismikrometer.* Alle vorhergehenden Mikrometer haben den doppelten Nachtheil, dafs ihre Construction mit der hier nothwendigen Genauigkeit schwer auszuführen ist und dafs man bei ihrem Gebrauche zur Nachtzeit das Innere des Fernrohrs beleuchten mufs, um die meistens sehr feinen Fäden noch sehn zu können, wodurch aber oft die lichtschwachen Gestirne, z. B. die neuern Planeten, wieder unsichtbar gemacht werden. Von beiden Fehlern frei ist das *Kreismikrometer*, welches in seiner einfachsten Form blofs in dem völlig kreisrund ausgedrehten, dem Oculare nächsten Diaphragma besteht, durch welches das Feld der Fernrohrs bestimmt wird und von dem wir bereits oben gesprochen haben. Bequemer aber für die Beobachtungen ist ein eigener Ring, von etwas kleinerem Durchmesser, als jener des erwähnten Diaphragma's, so dafs man die zu beobachtenden Sterne zwischen dem Diaphragma und dem äufsern Rande des Ringes sehn und dadurch sich auf ihre Beobachtung des Durchgangs durch den Ring gehörig vorbereiten kann. Ist dieser Ring auf beiden Seiten vollkommen kreisförmig abgedreht, so erhält man dadurch zwei Kreise, also auch für jeden Stern eine doppelte

Beobachtung. Da diese Sterne, wenn sie in den äufsern Rand des Ringes treten, plötzlich verschwinden und dann so lange unsichtbar bleiben, bis sie in den innern Rand des Ringes kommen, wo sie ebenso plötzlich wieder hervortreten, so ist offenbar keine Beleuchtung im Innern des Fernrohrs zu den Beobachtungen nothwendig. Was aber die Construction der Kreise auf unseren neuern Drehbänken betrifft, so weifs man, dafs sie sich mit grofser Präcision ausführen läfst und dafs es unsern Künstlern viel leichter wird, einen genauen Kreis, als eine gerade Linie oder eine ebene Fläche darzustellen, wenn auch die letzte nur eine geringe Dimension hat. Zwar mufs ein solcher Ring, bevor er auf dem sogenannten Soupport abgedreht wird, an seinen Träger angekittet oder sonst auf irgend eine Art befestigt, also auch, wenn er vollkommen abgedreht ist, wieder von seinem Träger abgenommen werden. Da aber diese Abnahme eines feinen und sehr wenig Masse haltenden Ringes nie ohne einige Gewalt geschehn kann, so wird dadurch auch der vollkommenste Ring leicht wieder verbogen, und darin liegt auch wohl der Grund, warum das Kreismikrometer so lange nach seiner Entdeckung aufser Gebrauch geblieben ist und warum selbst in unsern Tagen noch Delambre[1] so wenig Vertrauen auf dasselbe setzt, indem er es unter allen Mikrometern *le plus simple et quelquefois le moins sûr de tous* nennt, ein Urtheil, das durch die neuesten Beobachtungen, vorzüglich deutscher Astronomen, bereits hinlänglich widerlegt worden ist. Wir begnügen uns nur hinzuzusetzen, dafs Fraunhofer eine neue Art der Construction dieser Mikrometer erfunden hat, wodurch jene so leicht zu besorgende Verbiegung vollkommen entfernt wird, indem er nämlich den Stahlring, wenn er schon sehr nahe die erforderliche Form hat, in die runde Oeffnung eines planen Spiegelglases durch Einreiben befestigt und dann die zu beiden Seiten des so fixirten Ringes hervorstehenden scharfen Ränder desselben an dem Soupport vollkommen kreisförmig abdreht und das Glas sammt seinem Ringe auf den Ort des Oculars befestigt, auf welchen der Brennpunct des Fernrohrs fällt. Dieses hat zugleich den Vortheil, dafs jeder Beobachter die beiden Linsen des Oculars für sein Auge gehörig einstellen

1 Astronomie théor. et prat. T. I. p. 94.

kann, bis er die Objecte am deutlichsten sieht, ohne dadurch den scheinbaren Durchmesser des Ringes zu verändern.

Demselben grofsen Künstler schien es auch noch wünschenswerth, statt zwei Kreisen deren mehrere zu haben, um die Beobachtungen daran zu vervielfältigen. Da sich dieser Zweck nicht gut mehr mit Ringen von Metall, deren jeder durch feine Nadeln an dem Diaphragma des Fernrohrs befestigt werden mufs, ausführen läfst, so gerieth er auf die Idee, mehrere concentrische Ringe auf ein Spiegelglas zu reifsen oder zu ätzen. Allein er konnte es lange nicht dahin bringen, die *ganze* Peripherie dieser Kreise, nachdem sie mit ihrem Glase in das Fernrohr gebracht waren, in allen ihren Theilen gleich gut sichtbar zu machen. Gewöhnlich sah man nur eine Hälfte oder selbst ein Drittel dieser Peripherieen, während das Uebrige beinahe ganz unsichtbar blieb. Durch einen Zufall entdeckte er aber eines Tages, als er eben ein älteres Ocular an ein Fernrohr brachte, durch dasselbe eine krumme, in mehrere Knoten geschlungene Linie, die in allen ihren Theilen gleich gut sichtbar war. Als er die Oberfläche des Oculars mit einem Mikroskope untersuchte, fand er, dafs diese Curve von einer Lage feinen Staubes gebildet wurde, dessen kleine Körnchen sich in dieser krummen Linie neben einander gelagert hatten. Dadurch aufmerksam gemacht verfertigte er sich ein eigenes Instrument, durch welches er jene concentrischen Kreise auf das Glas so tragen konnte, dafs die Peripherie dieser Kreise nicht mehr, wie zuvor, eine stetige krumme Linie war, sondern dafs sie durchaus nur aus sehr nahen an einander stehenden isolirten Puncten bestand, um dadurch gleichsam die Construction jener Linie aus Staubkörnern nachzubilden. Schon sein erster Versuch hatte den günstigsten Erfolg, indem er jetzt bei allen Kreisen die ganze Peripherie gleich deutlich sehn konnte. Doch scheinen diese neuen Kreismikrometer noch wenig in Aufnahme zu kommen, wahrscheinlich weil der Künstler, in der Freude über seine gelungene Unternehmung, zu viel solcher concentrischer Kreise, wohl zwölf und mehr, auf seiner Glasplatte angebracht hatte, wodurch leicht Irrungen herbeigeführt und die Beobachtungen erschwert werden. Vielleicht wird man bald wieder auf sie zurück kommen und sie dann allen andern vorziehn, besonders wenn die Beleuchtung derselben von der Seite des Oculars

eingeführt werden wird, die man bisher nur bei den sehr vollkommen gearbeiteten Positions-Mikrometern anzuwenden pflegte, von welchen wir weiter unten sprechen werden.

Das Erste, was man vor dem Gebrauche eines Kreismikrometers vornehmen mufs, ist die Bestimmung seines Halbmessers. Zu diesem Zwecke wird man am besten zwei Fixsterne von nicht zu blendendem Lichte wählen, deren Declinationsdifferenz genau bekannt ist. Sey δ die Declination des einen dieser Sterne und t die halbe Sternzeit zwischen dem beobachteten Ein- und Austritte dieses Sterns in dem Ringe. Man setze der Kürze wegen $a = 15t \text{ Cos.} \delta$. Für den zweiten Stern seyen dieselben Gröfsen δ', t' und $a' = 15t'. \text{Cos.} \delta'$.

Dieses vorausgesetzt suche man zuerst die beiden Winkel m und m' aus den Gleichungen

$$\text{Tang.} \frac{m' + m}{2} = \frac{a' + a}{\delta' - \delta}$$

und

$$\text{Tang.} \frac{m' - m}{2} = \frac{a' - a}{\delta' - \delta}$$

und dann ist der gesuchte Halbmesser r des Ringes

$$r = \frac{a}{\text{Sin. } m} = \frac{a'}{\text{Sin. } m'} = \frac{\delta' - \delta}{2 \text{ Cos.} \frac{m' + m}{2} \text{ Cos.} \frac{m' - m}{2}}$$

oder auch

$$r = \frac{a' + a}{2 \text{ Sin.} \frac{m' + m}{2} \text{ Cos.} \frac{m' - m}{2}} = \frac{a' - a}{2 \text{ Cos.} \frac{m' + m}{2} \text{ Sin.} \frac{m' - m}{2}}.$$

Da die Bestimmung des Halbmessers allen folgenden Beobachtungen zum Grunde liegt, so soll sie mit der gröfsten Schärfe vorgenommen werden. Die zwei vorzüglichsten Fehlerquellen, welche hier zu befürchten sind, bestehn in einer unrichtigen Declinationsdifferenz der gewählten Sterne und in den Fehlern des Sehens oder Hörens bei den Beobachtungen. Die erste Quelle ist jetzt leicht zu vermeiden, da man bereits eine so grofse Anzahl Sterne hat, deren Declination sehr genau bekannt ist. Nicht so verhält sich die Sache mit den Beobachtungsfehlern. Man sieht aber, dafs diese Fehler dann am wenigsten nachtheiligen Einflufs auf das Resultat, auf den gesuchten Werth von r haben werden, wenn man die beiden

Sterne so gewählt hat, dafs ihre Declinationsdifferenz nahe gleich dem Durchmesser des Ringes oder dafs $\delta' - \delta$ nahe gleich $2r$ ist, so dafs also jeder der beiden Sterne während der Beobachtung nur eine sehr kleine Sehne, die eine über, die andere unter dem Mittelpuncte des Ringes beschreibt. Für diesen Fall, wo die beiden Sehnen t und t' in der That sehr klein sind, kann man auch die vorhergehenden Ausdrücke zur Rechnung noch bequemer machen. Nennt man nämlich $P = \delta' - \delta$ und $Q = 15 . \text{Cos.} \frac{\delta' + \delta}{2}$, so erhält man für diesen Fall

$$2r = P + \frac{Q^2}{P}(t^2 + t'^2) - 2\frac{Q^4}{P^3} . t^2 t'^2 .$$

Auch läfst sich der Durchgang der Sonne durch den Ring des Mikrometers zur Bestimmung des Durchmessers dieses Ringes benutzen. Ist nämlich Θ und Θ' die wahre Sonnenzeit zwischen den beiden äufsern und den beiden innern Berührungen der Sonne und des Ringes und nennt man R den Halbmesser und δ die Declination der Sonne, so hat man für den gesuchten Halbmesser r des Ringes

$$r = \left(\frac{15}{4} \text{ Cos. } \delta\right)^2 . \frac{\Theta^2 - \Theta'^2}{R} .$$

Wenn man nun auf diese Weise den Halbmesser r des Ringes bestimmt hat, so läfst man den zu beobachtenden Planeten und einen bereits bekannten Fixstern durch das Feld des Ringes gehn. Sey t die halbe Zwischenzeit des Fixsterns oder $2t$ die Zeit zwischen dem Ein- und Austritte desselben in dem Ringe und δ die Declination des Sterns. Für den Planeten seyen dieselben Gröfsen t' und δ'. Dieses vorausgesetzt suche man die Gröfsen φ und d durch folgende Gleichungen

$$\text{Sin.} \varphi = \frac{15t}{r} \text{ Cos.} \delta ; \; d = r \text{ Cos.} \varphi$$

und ebenso

$$\text{Sin.} \varphi' = \frac{15t'}{r} \text{ Cos.} \delta' ; \; d' = r \text{ Cos.} \varphi' ,$$

so ist $d' - d$ die gesuchte Differenz der Declination der beiden Gestirne. Der Unterschied der beiden Mittelzeiten zwischen Ein- und Austritt des Sterns und des Planeten aber giebt sofort auch die gesuchte Differenz der Rectascension der beiden Gestirne.

Da man die Declination δ' des Planeten erst sucht, so wird man in dem vorhergehenden Ausdrucke für Sin. φ' statt δ' die Gröſse δ setzen, was um so eher angeht, da δ' von δ nie bedeutend verschieden seyn kann. Will man eine gröſsere Genauigkeit erhalten, so wird man aus dem bereits gefundenen $d' - d$ die vorläufige Declination δ' des Planeten ableiten und mit diesem Werthe von δ' den Winkel φ' und die Gröſse d' genauer suchen, wodurch man dann auch einen verbesserten Werth von δ' erhält. Eine Tafel, die für jeden Werth von t Cos. δ den ihm entsprechenden Werth von d giebt, macht auch diese kleinen Berechnungen ganz entbehrlich.

Es ist für sich klar, daſs man die Differenz der Rectascensionen beider Gestirne am genauesten erhält, wenn beide sehr nahe beim Mittelpuncte des Ringes durchgehn oder die gröſstmöglichen Sehnen beschreiben. Die Differenz der Declination im Gegentheil wird durch solche Beobachtungen am schärfsten bestimmt werden, wo beide Gestirne sehr kleine Sehnen beschreiben oder so weit als möglich vom Mittelpuncte durch den Ring gehn. Dieses ist allerdings als ein Nachtheil des Kreismikrometers zu betrachten, allein man kann ihm dadurch gröſstentheils abhelfen, daſs man dasselbe Sternpaar, in wiederholten Beobachtungen, an verschiedenen Stellen des Ringes durchgehn läſst, um einmal die Rectascension und dann die Declination derselben mit der gewünschten Schärfe zu bestimmen. Man kann aber auch diesem Umstande, nach Olbers Vorschlage, dadurch begegnen, daſs man einen schmalen Messingstreifen so durch den Ring legt, daſs die eine Kante BO desselben genau durch den Mittelpunct O des Ringes geht oder einen Durchmesser desselben bildet. Ist dann

Fig. 284.

2t	die Zeit durch	AC,
2t'	- - -	A'C',
Θ	- - -	AB,
Θ'	- - -	A'B',

so hat man, wenn wieder d und d' die senkrechten Abstände des Mittelpunctes des Ringes von dem Parallelkreise oder von der Sehne des Sterns und des Planeten bezeichnen,

$$\frac{d'}{d} = \frac{\Theta' - t'}{\Theta - t} \cdot \frac{\text{Cos.}\,\delta'}{\text{Cos.}\,\delta},$$

wofür man in den meisten Fällen setzen kann

$$\frac{d'}{d} = \frac{\Theta' - t'}{\Theta - t}.$$

Hat man daher aus demjenigen der beiden Gestirne, dessen Sehne die kleinste ist, den Abstand d durch die oben mitgetheilte Formel berechnet, so findet man den Abstand d' des andern Gestirns durch die Gleichung

$$d' = d \cdot \frac{\Theta' - t'}{\Theta - t}$$

immer mit der erforderlichen Schärfe, also auch die gesuchte Differenz d' — d der Declinationen beider Gestirne[1].

IV. *Schraubenmikrometer.* Man stelle sich in dem Brennpuncte eines Fernrohrs zwei horizontale Fäden vor, von welchen der eine fest und der andere, ihm parallele, mittelst einer Schraube beweglich ist, so daſs er dadurch dem festen Faden genähert oder von ihm entfernt werden kann. Man sieht ohne Zeichnung, daſs jeder dieser Fäden auf einer eigenen, in ihrer Mitte durchbohrten Metallplatte befestigt seyn und daſs von diesen Platten diejenige, welche den beweglichen Faden trägt und auf welche die erwähnte Schraube unmittelbar einwirkt, zwischen eigenen, auf der andern Platte angebrachten Leisten mit dieser Platte parallel auf und ab verschiebbar seyn muſs. Da unsere feineren Schrauben sehr nahe gleich groſse Windungen haben und da Differenzen der Art, wenn sie noch vorkommen, durch den Gebrauch der Schraube selbst, ihrer Natur nach, vermindert werden, so läſst sich durch die beobachtete Anzahl der Schraubenumgänge die Distanz der beiden Fäden mit groſser Schärfe messen, daher diese Art von Mikrometern, obschon sie bereits zur Zeit Picard's und Römer's bekannt war, auch in unsern Tagen noch zu den verläſslichsten gezählt wird, wie denn die englischen Künstler und auch Reichenbach dieselben bei ihren gröſsern Aequatorealen u. dgl. noch immer anzubringen pflegen. Die durch eine kleine Oeffnung des Fernrohrs heraustretende Verlängerung der Schraubenspindel trägt nämlich einen Index (Zeiger), der bei der Drehung der Schraube auf einer kleinen eingetheilten Kreisschraube herumgeht, durch

1 Mehreres über dieses ebenso einfache als interessante Instrument findet man in v. Zach Mon. Corr. Th. XVII. XXIV. XXVI. Astron. Jahrb. 1796. S. 164. Astronom. Nachrichten. Th. II. S. 361.

welchen man daher auch einzelne Theile der Umdrehung noch mit Genauigkeit lesen kann. Nehmen wir an, die Kreisscheibe sey in 100 gleiche Theile getheilt und der Index der Schraube stehe auf dem Theilpuncte 30, wenn beide Fäden sich genau decken. Läſst man nun von zwei Sternen, deren Declinationsdifferenz genau bekannt ist und z. B. 10′ beträgt, den ersten durch den festen Faden gehn und bewegt man den andern Faden durch Umdrehung seiner Schraube so weit, daſs der zweite Stern, wenn er in dem Felde des Fernrohrs erscheint, in der Richtung dieses Fadens sich fortbewegt, so hat man, wenn indeſs die Schraube 5 ganze Umdrehungen gemacht hat und der Zeiger jetzt auf dem Theilstriche 75 steht, für die Bewegung der Schraube $575-30=545$ Theilstriche. Da aber die Distanz der beiden Gestirne 10′ oder 600″ beträgt, so hat man

$$545 \text{ Theile} : 600'' = 100 \text{ Theile} : x,$$

wo $x=110'',092$ ist, das heiſst, eine Umdrehung der Schraube entspricht einem Winkel von 110,092 Secunden, also beträgt auch jeder Theilstrich der Scheibe 1,1009 Secunden. Jedes Sternpaar, dessen Declinationsdifferenz bereits genau bekannt ist, und ebenso der bekannte Halbmesser der Sonne oder eines Planeten wird daher den gesuchten Werth einer Revolution der Schraube geben, und wenn dieser genau bekannt ist, so wird man auch umgekehrt jede durch diese Schraube zwischen den beiden Fäden gemessene Distanz in Secunden ausdrücken können. Dieses Verfahren ist dem durch terrestrische Gegenstände, deren Gröſse und Entfernung man kennt, vorzuziehn[1]. Wenn noch eine Unsicherheit bei diesem Verfahren übrig bleibt, so kommt sie von dem todten Gange her, den man bei den Schrauben noch so häufig antrifft, den aber Reichenbach, Baumann u. a. durch eigene Vorrichtungen von elastischen Federn und Ketten, die gleich den Ketten unserer Taschenuhren gestaltet sind, wenigstens gröſstentheils entfernt haben.

V. *Positions-Mikrometer.* Wenn die Gegenstände, deren Entfernung man messen will, sehr nahe bei einander stehn, so daſs sie, wie z. B. viele Doppelsterne, nur eine oder e-

---

1 Man findet diese in Lalande's Astronomie §. 2529. und in Kästner's Astronom. Abhandl. II. Samml. S. 311.

ige Secunden von einander entfernt sind, so lassen sich die
isher beschriebenen Mikrometer nicht mehr gut anwenden,
n wenigsten die oben erwähnten Fadennetze, weil hier, wie
an gesehn hat, die Zeit als ein unmittelbares Element der
eobachtungen angewendet wird. Die Schraubenmikrometer
ben zwar die Declination, unabhängig von der Zeit, blofs
rch die Revolution der Schraube, aber die Rectascensions-
fferenz mufs doch auch hier wieder mittelst der Zeit des
urchgangs der beiden Sterne durch den Stundenfaden (der
m Declinationskreise des Sterns parallel ist) gemessen wer-
n. Bei den einander so nahe stehenden Sternen aber, die
ide gleichsam in derselben Zeitsecunde durch den Stunden-
den gehn, wird es zuweilen äufserst schwer, diesen Zeit-
terschied mit Schärfe zu bemerken, und da der Fehler, den
n dabei begeht, noch durch 15 multiplicirt, also 15mal
rgröfsert wird, so läfst sich auf diese Weise wohl nur sel-
n eine gröfsere Genauigkeit erwarten.

Das Positionsmikrometer ist nun darin dem vorhergehenden
hraubenmikrometer ähnlich, dafs es nebst dem fixen ver-
alen Faden BD noch zwei darauf senkrechte, also unter Fig. 285.
h parallele Fäden hat, von welchen der eine AC fest und
r andere ac mittelst einer feinen Schraube, deren Spindel
OB und deren Kopf B ist, beweglich seyn mufs. Damit
nnte man also auch die Differenz der Rectascension und De-
nation zweier Gestirne ganz wie zuvor beobachten. Wird
mlich der feste Faden AC so gestellt, dafs er dem Wege
s einen Sterns parallel liegt und mit ihm zusammenfällt, so
obachtet man die Durchgangszeit der beiden Sterne durch
n andern festen Faden BD in den Puncten O und s und
llt zugleich, mittelst der Schraube bei B, den bewegli-
n Faden ac so, dafs er in den Weg des zweiten Sterns
fällt.

Allein um sich bei diesen Beobachtungen von der Zeit
bhängig zu machen, hat man diesem Mikrometer die Ein-
tung gegeben, dafs es sich, sammt seinem Fadensysteme,
seinen Mittelpunct O drehn läfst. Um diese Drehung sanft
sicher zugleich zu machen, sind an der Aufsenseite des Mi-
meters mehrere Schrauben angebracht, so wie auch ein ein-
eilter Kreis, der mit dem Kreise ABCD des Mikrometers

concentrisch ist und an dem man den Winkel, um welc
das Mikrometer gedreht worden ist, ablesen kann.

Sobald daher die beiden Sterne im Felde des Fern
erscheinen, dreht man das Mikrometer um seinen Mittelp
O so lange, bis der feste Faden BD durch beide Ster
und S geht oder bis er in die Lage bd kommt, und lie
dem eingetheilten Kreise den Drehungswinkel BOb ab.
gleich bringt man aber auch, mittelst der Schraube bei
beweglichen Faden ac auf den zweiten Stern S, wodu
seine senkrechte Entfernung Sn von dem festen Fad
erhält. Man kennt demnach jetzt durch das Mikromet
Winkel BOS $= \varphi$, welchen die Distanz OS der beiden
mit dem Declinationskreise OB des gröſsern Sterns O
und zugleich die Distanz Sn der Parallelkreise AC u
der beiden Sterne. Um dann noch die Distanz OS $=$
Sterne zu finden, hat man in dem bei n rechtwinklige
ecke OSn

$$\varDelta = \frac{Sn}{\text{Cos. BOS}} = \frac{Sn}{\text{Cos. } \varphi}.$$

Ist z. B. Sn $=5$ Secunden und $\varphi = 50°$ gefunden wo
hat man $\varDelta = 7{,}78$ Secunden, daſs aber die relative L
beiden Sterne, und sonst sucht man nichts, durch di
Gröſsen φ und $\varDelta$ ebenso vollständig bestimmt werde, wi
die Differenz ihrer Rectascension und Declination od
Länge und Breite, ist für sich klar.

VI. *Objectiv-Mikrometer.* Dieses von Picard
gebrauchte und später von Dollond und Fraunhof
vervollkommnete Instrument zeichnet sich vor allen
vorzüglich dadurch aus, daſs das Objectiv des Fern
zwei Theilen, z. B. aus einer in der Richtung ihres
messers entzwei geschnittenen Doppellinse besteht, w
cher jeder isolirte Theil für sich ein Bild des durch da
rohr betrachteten Sterns giebt. Da von diesem Mikromet
oben[1] gesprochen worden ist, so halten wir uns hi
weiter dabei auf.

VII. *Differential-Sextant.* In dem ersten Th
Memoiren der astron. Gesellschaft zu London beschri

1 S. Art. *Heliometer.* Bd. V. S. 223.

r Gompertz eine von ihm erfundene Vorrichtung, um
t terrestrische Distanzen aus einem einzigen Beobachtungs-
te mit gröfserer Schärfe zu bestimmen, als dieses wohl
t mit den meisten Instrumenten der Fall war, die man
sem, meist militärischen, Zwecke ausgedacht hat. Diese
chtung besteht in zwei kleinen Spiegeln, die man an der
nseite des Objects eines Fernrohrs einander gegenüber
gt und von welchen der eine bewegliche mit einem Ra-
on der Länge des Fernrohrs in Verbindung gesetzt ist,
r Radius mit seinem bei dem Ocular stehenden End-
auf einem eingetheilten Kreisbogen die Lage der bei-
piegel gegen einander anzeigt. Im zweiten Theile des
ten Werkes S. 85. giebt derselbe Verfasser eine Erwei-
des Gebrauchs seiner Vorrichtung, die er *Differential-*
g nennt und wodurch jetzt dasselbe Instrument die Be-
ng erhält, bei grofsen Winkeln kleine Aenderungen der-
mit Präcision zu messen, wie dieses z. B. bei den Ein-
gen der Parallaxe, der Refraction, der Aberration u. dgl.
ll ist. Da der Gegenstand noch zu neu und, so viel
annt, noch nicht auf praktischem Wege näher unter-
orden ist, so wird diese kurze Anzeige genügen.

I. *Zenith-Mikrometer.* So nennt Babbage das von
ndene Mikrometer[1]. Bei allen bisher erwähnten Mi-
n hing die Genauigkeit der Messung unmittelbar von
uigkeit der Eintheilung (der Schraube oder des Krei-
dem Positionsmikrometer u. s. w.) ab. Das gegen-
Instrument ist von dieser Voraussetzung im Allgemei-
bhängig, weil der an demselben abgelesene kleine
an seinem Kreisbogen willkürlich vervielfacht oder
rt werden kann, so dafs man dadurch von den Feh-
Eintheilung unabhängig wird. Das Princip, welches
likrometer zum Grunde liegt, wird sogleich übersehn,
n sich ein Fernrohr vorstellt, welches unter rechten
mit der unteren horizontalen Stange eines Parallelo-
erbunden ist, so dafs das Parallelogramm und das
in der Ebene des Meridians liegen. Die vier Seiten
lelogramms sind genau in ihren Ecken mit einander
. Es ist klar, dafs bei einer solchen Construction

1 moirs of the astronom. Society. T. II. p. 101.

durch die Bewegung einer der beiden senkrechten Seiten d Parallelogramms rund um ihre obere Verbindung der Wink den das Fernrohr mit dem Zenith macht, nicht geändert wi sondern dafs dadurch dieses Fernrohr nur in eine neue La gebracht wird, in welcher es wieder auf denselben Punct d Himmels gerichtet ist. Sobald aber eine der Seiten des Par lelogramms auch noch so wenig verlängert wird, so wird d durch auch jener Parallelismus des Fernrohrs gestört und je noch so geringe drehende Bewegung der verticalen Seiten um ih Axen wird das Fernrohr nicht nur aus seiner Lage bringe sondern auch so verstellen, dafs die beiden Richtungen de Fernrohrs einen kleinen Winkel unter sich bilden. Die Grö dieses Winkels wird abhängen sowohl von der Gröfse de Längenänderung jener Seite, als auch von dem Winkel, welchen diese Seite mit ihrer früheren Richtung macht.

Man wird diese Vorrichtung zur Messung der Zenithdistanzen vortheilhaft anwenden können. Zu diesem Zwecke stellt man das Parallelogramm, dessen Seiten sich um ihre Endpuncte A, B, C, D bewegen lassen, in der Ebene des Meridians auf. Die obere und untere Stange AB und CD müssen, jede für sich, aus zwei von einander getrennten Stücken bestehn, in geringer Entfernung von einander, um das Fernrohr zwischen sich aufnehmen zu können. In einem der vier Winkel, z. B. in C, wird eine feine Schraube angebracht, durch deren Umdrehung der Punct C von D entfernt oder ihm genähert werden kann. Zwischen den zwei untern Stangen und in der Mitte zwischen den Ecken des Parallelogramms wird das Fernrohr EF befestigt, welches, wenn das Instrument blofs in der Nähe des Zeniths gebraucht werden soll, auch ein Spiegelteleskop seyn kann. Es wird gut seyn bei K einen eingetheilten Kreis an das Fernrohr anzubringen um das letzte nur beinahe auf irgend eine gegebene Zenithdistanz stellen zu können. Zur Bequemlichkeit des Beobachters wird das Ocular des Fernrohrs mit einem Prisma versehn werden, um auch Gegenstände in der Nähe des Zeniths noch in einer horizontalen Richtung zu sehn. Im Brennpuncte de Fernrohrs mufs ein Faden so eingezogen werden, dafs er de Bewegung des Sterns parallel ist. Neben einem der vier Arme des Parallelogramms, z. B. neben BC, soll ein getheilter Kreis

Fig. 286.

bogen LM angebracht und sein Vernier G an diesen Arm selbst befestigt werden.

Nach dieser Darstellung giebt Babbage das Verfahren, welches man bei dem Beobachten der Zenithdistanzen mit diesem Instrumente als das beste nach seiner Ansicht befolgen soll. Die Vortheile, welche es gewährt, sollen darin bestehn, dafs es ebensogut mit einem dioptrischen, als mit einem katoptrischen Fernrohre verbunden werden kann, welches letzte bei unsern messenden Beobachtungen bekanntlich noch so selten angewendet wird; dafs man Fernröhre mit den stärksten Vergröfserungen anwenden kann, und dafs endlich der an dem Instrumente abgelesene Winkel, mit dem unmittelbar beobachteten verglichen, so sehr vergröfsert erscheint, als man nur von der höchsten bisher bekannten optischen Kraft erwarten darf.

IX. *Bergkrystall-Mikrometer.* Unter den Körpern, die eine doppelte Refraction des Lichts geben, scheint der Bergkrystall wegen seiner Härte, Durchsichtigkeit und hohen Politur sich vorzüglich zu mikrometrischen Beobachtungen zu eignen, besonders wenn es sich darum handelt, den Durchmesser eines beweglichen Körpers oder die Distanz von zwei beweglichen Körpern u. dgl. mit grofser Schärfe zu messen. Der Abbé Rochon schlug zuerst im J. 1783 ein doppeltes Prisma von isländischem Kalkspath, durch welches man jeden kleinen Körper doppelt sehn konnte, zu diesem Zwecke vor. Die Bemerkung, dafs der Winkel zwischen diesen beiden Bildern desselben Gegenstandes immer von derselben Gröfse sey, gab ihm das eigentliche Princip des von ihm erfundenen *mikrometrischen Teleskops.* Rochon's Schrift darüber[1] ist jetzt bereits sehr selten geworden. Der gelehrte Engländer Pearson[2] zeigt die Fehler, in welche Rochon bei seinen ersten Versuchen verfallen ist. Bei seiner eigenen verbesserten Construction eines solchen Mikrometers geht er von den beiden Ansichten aus, dafs erstens der Winkel zwischen den beiden Bildern eines Prisma's von Bergkrystall immer derselbe ist, und dafs zweitens dieser Winkel bedeutend gröfser wird, wenn die zwei Seiten des Doppelprisma's mit Gummi oder mit

1 Mémoire sur le micromètre de crystal de roche. Par. 1807.
2 Mem. of the astronom. Soc. T. I. p. 67, 82 u. 102.

canadischem Balsam an einander gekittet werden, statt sie, wie Rochon gethan, ganz trocken und einfach neben einander zu legen. In der frühern Vorrichtung wurde dieses Doppelprisma mittelst einer verschiebbaren Röhre im Innern des Fernrohrs angebracht, so dafs man das Prisma längst der Axe des Fernrohrs bewegen konnte, wo dann, auf der Aufsenseite des Fernrohrs, eine Scale angebracht war, an welcher man den zurückgelegten Weg und den Stand des Prisma's lesen konnte. Rochon hatte das Ganze mehr zum Gebrauche der Marine und überhaupt des Militärs eingerichtet, daher es für die Astronomie so lange unangewendet blieb. Man sieht leicht, dafs der Winkel der beiden Bilder, die von dem Prisma gebildet werden, ein Gröfstes ist, wenn das Prisma unmittelbar hinter das Objectiv des Fernrohrs gestellt wird, und im Gegentheil ein Kleinstes (d. h. dafs die beiden Bilder in ein einziges zusammen treten), wenn die brechende Fläche der Prisma's in den Brennpunct des Fernrohrs tritt. Das gröfste Hindernifs, welches Rochon bei der Ausführung fand und über welches auch der Künstler Lenoir noch in den letzten Jahren Klage führte, bestand in dem Mangel eines gröfsern Stücks dieses Krystalls von durchaus homogener Masse und gleicher Durchsichtigkeit, daher auch die beiden Bilder nie die gehörige Deutlichkeit hatten. Pearson versuchte zuerst, ein solches Prisma auf der andern Seite des Oculars zwischen dem Ocular und dem Auge des Beobachters anzulegen, und er erhielt auf diese Weise eine sehr deutliche Darstellung der beiden Bilder. Er gerieth bei seinen Versuchen auf die Bemerkung, dafs der Winkel des Prisma's nur constant bleibt, so lange die Vergröfserung (*power*) des Oculars dieselbe ist, und dafs im Gegentheile dieser Winkel in demselben Mafse abnimmt, wie die Vergröfserung des Oculars wächst, so dafs er endlich die allgemeine Regel aufstellte: „der constante Winkel eines Prisma's von doppelter Brechung, dividirt durch die Vergröfserung eines Fernrohrs, ist das wahre Mafs des beobachteten „Winkels,“ wie er durch dasselbe Prisma, nahe in Berührung mit dem Auge, in diesem Fernrohre gesehn wird. Wenn z. B. der constante Winkel des Prisma's 30 Min. beträgt und die Vergröfserung des Fernrohrs 60 ist, so hat der so gemessene kleine Winkel $\frac{30}{60}$ Minuten oder 30 Secunden. Ehe man daher zu dem Gebrauche eines solchen Prisma's geht, mufs

man diesen constanten Winkel und auch die Vergröſserung des Fernrohrs sehr genau kennen. Pearson giebt die Mittel an, diese zwei Gröſsen mit Schärfe zu bestimmen, auf welche ich daher, der Kürze wegen, den Leser verweise. Man findet darüber von demselben Verfasser (Pearson) drei Abhandlungen in dem I. Bande der Mem. of the astron. Society, Seite 67, 82 und 102.

X. *Mikrometer bei Mikroskopen.* Im Allgemeinen sind die Mikrometer bei Mikroscopen dieselben, wie bei den Fernröhren, nur daſs man dazu vorzüglich die oben erwähnten Schraubenmikrometer zu brauchen pflegt. Da man hier sehr nahe Gegenstände vor sich hat, so braucht man nicht, wie am Himmel, bloſs bei der Angabe des Sehwinkels stehn zu [illegible] oder bloſs den scheinbaren Durchmesser derselben in Se[illegible]nden zu bestimmen, sondern man kann und soll auch in den meisten Fällen den wahren Durchmesser der mikroskopischen Objecte in Linien und Theilen derselben kennen lernen. Leeuwenhoek verfuhr dabei sehr einfach, indem er die durch sein Instrument gesehenen Gegenstände mit kleinen Sandkörnern verglich, deren hundert auf die Länge eines Zolls gingen, und die er zugleich mit den andern Objecten in seinem Mikroskope betrachtete. Jurin[1] wand einen feinen Silberdraht so dicht, als möglich, um eine Nadel und zählte die Umwindungen in der Länge eines Zolls. Dann schnitt er den Draht in kleine Stückchen und streute dieselben auf die Unterlage zugleich mit den zu untersuchenden Gegenständen, um die letzten mit der Dicke des Drahts zu vergleichen. So fand er z. B., daſs vier Kügelchen im Menschenblute die Breite eines Drahts bedeckten, von dem 485 Umwindungen auf einen Zoll gingen, daher er den Durchmesser eines Blutkügelchens gleich $\frac{1}{4}$ dividirt durch 485 oder gleich $\frac{1}{1940}$ Zoll setzte. Hook's Verfahren, mit einem Auge durch das Mikroskop die Gegenstände zu betrachten und mit dem anderen unbewaffneten Auge andere gleich weit entfernte Gegenstände von bekannter Gröſse anzusehn, dient nicht sowohl, die Gröſse jener Gegenstände, als vielmehr die Vergröſserung des Mikroskops kennen zu lernen, obschon man zu diesem letzten Zwecke auch bessere Mittel hat.

1 Dissert. upon physico-mathem. subjects. 1732.

Netze oder Gitter von feinen auf Glas geschnittenen Linien hat MARTIN[1] unter dem Namen *Graphical Perspectives* vorgeschlagen. Sie dienen nicht sowohl zur genauen Messung, als zur bequemen Abzeichnung der Gegenstände. BRANDER[2] versah seine Mikroskope mit solchem Gitterwerk und dieselben wurden zu seiner Zeit allgemein bewundert, da es den andern Künstlern schwer wurde, diese Striche auf Glas in derselben Reinheit und Feinheit nachzumachen. Allein in unsern Tagen ist FRAUNHOFER in München und besonders PLÖSSL in Wien mit diesem Linienschneiden auf Glas noch viel weiter als BRANDER gekommen. Durch PLÖSSL's Schraubenmikrometer, die er in so groſser Vollkommenheit an den von ihm verfertigten Mikroskopen angebracht hat, kann man den Durchmesser eines Gegenstandes bis auf den hunderttausendsten Theil eines Zolls genau finden. Zu diesem Zwecke muſs man zuvor den Werth eines Umgangs der Schraube kennen, was man am einfachsten erhält, wenn man diese Schraube selbst als Object in das Mikroskop einsetzt und den Abstand je zweier Umgänge wiederholt und mit Schärfe miſst. Auch kann man die Oeffnung des Diaphragma's eines Mikroskops hinreichend verengen, das Mikrometer als Object einsetzen und, indem man verschiedene Theile desselben durch das Gesichtsfeld führt, beobachten, ob stets gleich viele Längenstücke des Mikrometers auf einmal gesehn werden. Ist dieses nicht der Fall, so muſs die Schraube als unbrauchbar verworfen werden. Eine ähnliche Prüfung muſs man auch mit den erwähnten Gittern vor ihrem Gebrauche vornehmen, da auch hier der Werth aller Gitterfächer nicht nur gleich groſs, sondern auch im wahren Maſse, z. B. in Linien, bekannt seyn muſs. Da aber für jede Vergröſserung des Mikroskops dieser Werth des Gitterfaches ein anderer ist, so muſs der letzte für jede Vergröſserung besonders bestimmt werden.

BESECKE bediente sich zum Messen der durch das Mikroskop gesehenen Gegenstände einer Fläche von 6 Zoll Länge und 5 Zoll Breite, die in Quadratzolle und Quadratlinien eingetheilt war. Diese Fläche wird in einerlei Horizontal-

---

1 System. of Optics. 1740. p. 288.

2 Beschreibung zweier zusammengesetzter Mikroskope. Augsb. 1769.

ebene mit den Objecten gebracht. Das linke Auge betrachtet den Gegenstand durch das Mikroskop, während das unbewaffnete rechte auf die getheilte Fläche sieht. Auf diese Weise kann man das vergröſserte Bild mit den Zollen und Linien der Fläche vergleichen oder, wenn sich die vielen Linien nicht mehr bequem abzählen lassen, mit dem Zirkel messen und so die Zahl der Linien, die es einnimmt, bestimmen. Dann nimmt er, wie oben JURIN, eine feine Drahtsaite zu Hülfe. Indem er eine solche um eine Nadel wand, fand er, daſs 81 Gewinde auf einen Zoll gehn, so daſs daher der Durchmesser des Drahtes $\frac{10}{81}$ oder nahe 0,124 Linien betrug. Indem er dann ein Stück dieses Drahtes unter das Mikroskop brachte, fand er, daſs die Breite desselben auf der getheilten Fläche 23 Linien einnahm. Daraus folgt die Vergröſserung des Mikroskops $\frac{23}{0,124} = 185$. Betrachtet man demnächst, bei unveränderter Stellung des Mikroskops, einen andern Gegenstand, z. B. ein Menschenhaar, und findet man, daſs dessen Breite auf der getheilten Fläche 5,75 Lin. einnimmt, so erhält man daraus den wahren Durchmesser des Haars gleich $\frac{5,75}{185} = 0,031$ Linien. Dabei muſs bemerkt werden, daſs diese Vergröſserung für jede Stellung des Mikroskops und für jedes Auge besonders bestimmt werden muſs[1].

Zum Schlusse dieses Gegenstandes wird es angemessen seyn, noch einiges über die Beleuchtung des Innern des Fernrohrs hinzuzufügen, die für alle Mikrometer bei nächtlichen Beobachtungen unentbehrlich ist, bloſs das Kreismikrometer ausgenommen. Gewöhnlich gebraucht man dazu eine ebene Scheibe, die in ihrer Mitte eine kreisrunde oder elliptische Oeffnung nahe von der Gröſse des Objectivs hat. Diese Scheibe wird vor das Objectiv auf das Fernrohr aufgesteckt und dann auf der dem Objectiv zugewendeten Seite durch eine Lampe beleuchtet, deren Licht von der Scheibe in das Innere des Fernrohrs reflectirt wird und daher die Fäden des Mikrome-

---

1 Leipziger Magazin zur Naturgeschichte. 1786. St. 1. Beobachtungen und Entdeckungen aus d. Naturkunde. Von d. Berl. Ges. naturf. Freunde. Th. II. St. 1. N. 13.

ters sichtbar macht. Diese Scheibe läſst sich um eine ihrer Axen drehn, um die Beleuchtung stärker oder schwächer zu machen, wobei sie jedoch nicht zu schief gegen das Fernrohr gestellt werden darf, weil man sonst durch die zu schmale Oeffnung der Scheibe nicht mehr die Gegenstände sehn würde, welche man durch das Fernrohr beobachten will.

Diese ältere Einrichtung hat das Unbequeme, daſs das so erhaltene Licht selten stetig und ruhig genug ist, wenn die Flamme der Lampe durch den geringsten Luftzug flackert, und daſs man für jede Stellung des Fernrohrs die Lampe oder die Scheibe ebenfalls anders stellen muſs. Vortheilhafter ist daher die Einrichtung, durch welche das Licht einer gegen jeden Luftzug geschützten Lampe durch eine Oeffnung des Fernrohrs zwischen Ocular und Objectiv in das Innere desselben gebracht und von einem kleinen Spiegel aufgefangen wird, der im Innern des Teleskops unter einem Winkel von 45 Graden gegen die Axe des Fernrohrs aufgestellt ist, so daſs dann die von dem Spiegel reflectirten Strahlen in der Richtung dieser Axe fortgehn und das Innere des Rohrs beleuchten. Durch eine einfache Vorrichtung kann man jene Oeffnung des Rohrs, durch die das Licht der Lampe auf den Spiegel kommen soll, verengen oder erweitern, um der Beleuchtung verschiedene Grade der Intensität zu geben, oder man versieht diese Oeffnung mit einem Schieber von mehrern, mehr oder weniger tief gefärbten Gläsern, durch die man die Stärke des Lichts ebenfalls temperiren kann. In unsern Passageninstrumenten, Meridiankreisen und Aequatorealen ist diese Beleuchtungsart beinahe durchaus angebracht; doch läſst auch sie noch manches zu wünschen übrig, da die Dämpfung des Lichtes doch nicht gänzlich in der Gewalt des Beobachters ist und es bei den Beobachtungen sehr lichtschwacher Gegenstände, z. B. der neuen Planeten, der feinen Doppelsterne, der Nebelflecken u. s. w., schwer hält, das Innere des Rohrs genau so zu erleuchten, daſs man die feinen Fäden des Mikrometers und zugleich diese lichtschwachen Gestirne gleich gut sieht. Eine nur etwas zu schwache Beleuchtung läſst in dem dunklen Felde des Fernrohrs die feinen Fäden nicht mehr erkennen und eine etwas stärkere, bei der man die Fäden wohl sehr gut sieht, macht das lichtschwache Gestirn in dem hellen Felde des Rohrs verschwinden.

Von allen diesen Nachtheilen frei ist diejenige Beleuchtungsart, die Fraunhofer bei seinen *Positionsmikrometern* angebracht hat, bei welchen nämlich die Oeffnung des Fernrohrs, die das Licht der Lampe aufnimmt, um es auf den Spiegel zu senden, nicht zwischen dem Oculare und dem Objective, wie zuvor, sondern zwischen dem Auge des Beobachters und dem Brennpuncte des Fernrohrs angebracht wird, wozu in der Regel mehr als eine, übrigens nur kleine Lampe erfordert wird. Wenn bei der frühern Art das Innere des Rohrs beleuchtet wird und die Fäden auf dem hellen Grunde des Sehfeldes ganz dunkel und schwarz erscheinen, so ist im Gegentheile hier das ganze Feld des Fernrohrs in Dunkelheit gehüllt und die feinen Fäden sind es, die auf ihrer vordern, dem Auge zugewendeten Seite hell beleuchtet erscheinen, so dafs man also bei dieser Einrichtung stets die Fäden und den Gegenstand zugleich mit derselben Schärfe sehn kann.

L.

Mikroskop.

Vergröfserungsglas; *Microscopium, Engyscopium;* Microscope; *Microscope.*

So wird bekanntlich das optische Instrument genannt, welches die Bestimmung hat, kleine Gegenstände, die man mit freiem Auge nicht mehr gut erkennen kann, noch deutlich zu sehn. Der Erfinder dieses Instruments ist nicht mehr mit Bestimmtheit anzugeben. Wahrscheinlich folgte diese Erfindung jener des Fernrohrs (Teleskops) schon in kurzer Zeit, das heifst, zu Ende des 16. Jahrhunderts. Borellus[1] schreibt dem Zacharias Jansen zu Middelburg die Erfindnng des Fernrohrs zu, der das erste dieser Instrumente im J. 1590 verfertigt haben soll, und nach demselben Schriftsteller soll derselbe Z. Jansen, gemeinschaftlich mit seinem Sohne Johann, bald darauf auch das Mikroskop erfunden haben. Huyghens aber versichert in seiner Dioptrik, dafs das Mikroskop im J. 1618 noch ganz unbekannt gewesen sey und dafs man erst im

1 De vero telescopii inventore. Haag 1655.

J. 1621 bei Cornelius Drebbel in England die ersten Instrumente dieser Art gesehn habe.

Uebrigens kann man, wie bekannt, auch einfache Linsen oder kleine Kugeln von Glas als Mikroskope gebrauchen und diese einfache Art von Mikroskopen, zu welcher also auch unsere gewöhnlichen Brillen gehören, war gewifs den alten Griechen und Römern schon bekannt. Die *eigentlichen Brillen* nämlich kamen bereits im 13. Jahrhunderte in Gebrauch, um sich nämlich derselben fortwährend bei gewissen Geschäften, z. B. beim Lesen oder Schreiben, zu bedienen. Die erste bestimmte Nachricht von den Brillen wurde in einem im J. 1299 verfafsten Manuscripte gefunden[1]. Dafs aber schon die Alten die Brillen gebraucht haben sollen, wie mehrere behaupten wollten, ist durchaus nicht zu beweisen. Die Stellen aus Plautus und Plinius[2] sind offenbar mifsverstanden worden. Diese in so hohem Grade nützliche Erfindung würde gewifs, war sie einmal gemacht, nie wieder verloren gegangen seyn, da sie unsern edelsten Sinn so mächtig unterstützt, uns von der so traurigen Unthätigkeit des höheren Alters befreit und besonders den wissenschaftlichen Mann zu einer Zeit, wo ihn die Natur schon zu verlassen scheint, wieder mit neuer, jugendlicher Kraft ausrüstet, um seine in dem Laufe eines ganzen Lebens mühsam gesammelten Erfahrungen zu ordnen und seine angefangenen Arbeiten zu vollenden. Wie wäre es möglich, dafs in den sämmtlichen uns hinterlassenen Schriften der Alten auch nicht eine einzige bestimmte Erwähnung dieser grofsen, wohlthätigen Erfindung angetroffen werden kann, ja dafs sogar das Andenken an sie, selbst unter den Schriftstellern, die ihrer am meisten bedurften, so ganz verloren gegangen seyn sollte!

Wenn aber auch die Alten den Gebrauch unserer eigentlichen Brillen nicht gekannt haben, so kann ihnen doch die Kenntnifs der Vergröfserung der Gegenstände durch Glaskugeln nicht abgesprochen werden. Seneca[3] sagt ausdrücklich, dafs man durch hohle gläserne, mit Wasser gefüllte Kugeln

1 Vergl. Art. *Gesicht.* Bd. IV. S. 1414. Littrow's Dioptrik. Wien 1830. S. 425.

2 Hist. nat. L. VII. cap. 53.

3 Nat. Quaest. L. I. C. 6.

die Gegenstände gröſser und heller sieht. Zeigen doch die aus Aristophanes, aus dem ältern Plinius und aus Lactantius angeführten Stellen, daſs den Alten die Brenngläser oder wenigstens die Brennkugeln schon sehr bekannt gewesen sind[1]. Die Steinschneider der Griechen muſsten mit dem Gebrauche dieser Glaskugeln bekannt gewesen seyn, da wir noch mehrere Arbeiten dieser Art besitzen, die dem unbewaffneten Auge unkenntlich, durch ein Mikroskop aber besehn sehr fein und schön ausgeführt erscheinen[2]. So erzählen uns die Alten von ihren Mikrographen, welche so klein schreiben konnten, daſs z. B. die ganze Ilias in einer Nuſsschale aufbewahrt werden konnte. Auch haben wir mehrere ausdrückliche Zeugnisse nebst den angeführten von Plutarch, Jamblichus, Agellius, Pisidias u. A. dafür, daſs die Alten die Vergröſserung der Gegenstände durch Glaskugeln kennen muſsten. Und sagt nicht Seneca ausdrücklich: *Literae quamvis minutae et obscurae per vitream pilam aquâ plenam majores clarioresque cernuntur.* Es ist sonderbar, daſs diese Stelle ihren Verfasser ebensowenig, als alle seine Leser, auf die Erfindung der Brillen zum Lesen und Schreiben geführt hat, da er doch ausdrücklich die Vergröſserung der Buchstaben als Beispiel anführt. Aber er spricht nur von einer gläsernen *pila*, von einer gläsernen Kugel, und eine solche kann man allerdings nicht zum täglichen Gebrauche beim Lesen oder Schreiben anwenden. Es war noch übrig, zuzusehn, ob man nicht durch Kugelabschnitte, durch Linsen von Glas, dieselbe Wirkung hervorbringen kann. Allein daran dachte keiner von den Alten. Dieser Schritt, von der Kugel zu dem Kugelsegment, wurde erst in der Mitte des eilften Jahrhunderts von Alhazen gethan, und auch dann noch wie unvollkommen! In seinem optischen Werke, das bekanntlich im 13. Jahrhunderte in dem Polen Vitellio einen so wackern Commentator gefunden hat, spricht Alhazen zuerst von solchen Kugelsegmenten, die, wie er sah, die Gegenstände ebenfalls vergröſsern. Allein bei seinen Versuchen legte er diese Segmente immer unmittelbar auf diese Gegenstände, auf die Blätter des Buches, dessen Buchstaben er vergröſsert sehn wollte, und weder er, noch

1 Vergl. *Brennglas* Bd. I. S. 1205.
2 Hist. de l'Acad. des Inscript. T. I. p. 333.

der grofse Roger Baco (der im J. 1294 starb) kam auf den Einfall, diese Kugelstücke auch von dem Blatte zu entfernen und zuzusehn, welche Wirkung sie dann äufsern würden. Und so blieb die herrlichste Erfindung, durch die sich vielleicht der Mensch am meisten bereichert hat, bis in den Anfang des 17. Jahrhunderts verborgen, um dann einem Zufalle, dem blinden Spiele zweier Knaben eines Glaskünstlers, ihre Entstehung zu verdanken[1].

Das Teleskop wurde bekanntlich gleich nach seiner Erfindung zu wissenschaftlichen Zwecken angewendet und Galilei lehrte uns schon in den ersten Jahren nach jener Epoche einen ganz neuen Himmel kennen. Das Mikroskop aber wurde erst später zu eigentlich scientifischen Absichten gebraucht. Einer der ersten, der dasselbe zu solchen Zwecken zu verwenden suchte, war Stelluti, welcher im J. 1685 seine mikroskopischen Untersuchungen über einige Theile des Körpers der Bienen herausgegeben hat. Allein diese Beobachtungen, wie die meisten andern dieser Art bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, wurden nur mit dem sogenannten *einfachen Mikroskope* d. h. mit einzelnen Glaslinsen gemacht, denn das aus mehrern solchen Linsen erbaute oder das sogenannte *zusammengesetzte Mikroskop* war, obschon es bereits um das J. 1650 in allgemeinern Gebrauch kam, lange hin noch zu unvollkommen, um wissenschaftliche Zwecke wesentlich zu fördern. Die ersten grofsen Bereicherer unserer Kenntnisse der Gegenstände in der mikroskopischen Welt, Leeuwenhoek, Swammerdam, Lyonet und Ellis, bedienten sich bei ihren Untersuchungen beinahe durchaus nur jener einfachen Mikroskope, d. h. einfacher, stark convexer *Glaslinsen* und selbst kleiner *Glaskugeln*. Wegen dieser starken Convexität war auch die Vergröfserung dieser Linsen sehr stark, aber dafür war auch das Gesichtsfeld derselben so klein und die Beleuchtung der dadurch beobachteten Gegenstände so schwach, dafs es wohl grofse Uebung und unermüdliche Ausdauer erfordert haben mochte, mit einem so unvollkommenen Werkzeuge eine so grofse Reihe wichtiger Entdeckungen zu sammeln, wie wir den genannten Männern in der That verdanken.

1 Ueber die Erfindung dieser zwei Instrumente s. Smith's Optics; Priestley's History of Light; Jones Appendix to an Essay etc.

Die ersten *zusammengesetzten Mikroskope* von bedeuten-
lem Werthe wurden von Hooke, Divini und Bonnani ver-
ertigt. Das Mikroskop, dessen sich Hooke bediente[1], hatte
½ Zoll Durchmesser und 7 Z. Länge und bestand aus 3 Glas-
insen, die in 4 Zugröhren gefaſst waren. Die des Eusta-
:hio Divini hatten vier planconvexe Linsen und die Ocular-
inse hatte einen Durchmesser von mehr als drei Zoll. Ganz
usgezogen hatte das Rohr 16 Zoll Länge und die Vergröſse-
ung der Gegenstände konnte mit dem schwächsten Oculare
is 41 im Durchmesser getrieben werden[2], mit dem stärksten
Oculare aber bis 143, so daſs also bei dieser Einrichtung die
Objective nicht geändert wurden, um andere Vergröſserungen
u erhalten. Philipp Bonnani gab seinen Bericht über die
on ihm verfertigten Mikroskope im J. 1698, die aus drei
Linsen bestanden. Die Einrichtung, welche diese drei Künst-
er diesem Instrumente gegeben haben, ist im Allgemeinen
is auf unsere Zeiten beibehalten worden, mit dem Unter-
schiede, daſs man die Vergröſserung in dem Wechsel der Ob-
iective angebracht hat. Nach ihnen suchte man, von New-
ton aufgeregt, der an der Verfertigung dioptrischer Fernröhre
hne Farben verzweifelte und sich daher zu den Spiegelte-
eskopen wendete, dasselbe Princip der Metallspiegel auch auf
lie Mikroskope anzuwenden. Dadurch wurde ein Stillstand
n der Vervollkommnung der Mikroskope herbeigeführt, der
einahe ein halbes Jahrhundert währte. Robert Barker
wollte besonders solche reflectirende Mikroskope erzwingen,
iber man fand sie unbequem und an Lichtmangel leidend, da-
ier sie nicht in Aufnahme kamen. Nicht besser ging es mit
len reflectirenden Mikroskopen, die Smith verfertigte, die er
ber, wie er selbst gesteht[3], nie vollendete.

---

1 Micrographia. Lond. 1656.

2 Also in der Oberfläche auf 1681. Man pflegt noch immer bei
Mikroskopen die Vergröſserung in Beziehung auf die Oberfläche der
Gegenstände zu nehmen, während man sie doch bei den Teleskopen
ur in Beziehung auf den Durchmesser derselben nimmt. Wir wollen
ie letzte Art sich auszudrücken für beide Instrumente beibehalten,
er Gleichförmigkeit wegen und um unnöthige groſse Zahlen zu ver-
neiden. Demnach wird ein Mikroskop, das 1000mal vergröſsert, nach
er früher üblichen Bezeichnung die Vergröſserung von 1000000 oder
on einer Million haben.

3 Dessen Optic p. 94.

Im Jahre 1738 erfand Lieberkühn das *Sonnenm skop.* Die ungeheuern Vergröſserungen, die man dadurc hielt, und die Darstellung der kleinsten Objecte im colo Maſsstabe weckten das Vergnügen, welches die Naturfo früher durch dieses Instrument genossen hatten, wied seinem Schlummer, und besonders die Untersuchunge die Polypen, die Trembley, Baker, der ältere Adam Joblot angestellt und in eignen Werken bekannt g hatten, gewannen dem Instrumente eine groſse Anzahl Freunde um so mehr, da nun auch diese neue Art vo kroskopen von verschiedenen Künstlern in Menge ver wurden. Die Dinge, die man von nun an sah oder z glaubte, gaben zu gar manchen Ausschweifungen der l dungskraft Veranlassung, die Kepler schon früher *ex tiones ingenii* genannt hatte, obschon er selbst sich de öfter, als er sollte, zu überlassen pflegte. Hierher g z. B. Needham's sonderbare Visionen der vegetative und der Vitalität der Natur und auch die organischen cülen Büffon's, der die aus der Verwesung animalisch stanzen entstehenden mikroskopischen Thierchen mit gentlichen Spermatozoen verwechselte und über bei sinnreiche Theorieen auf seine glänzende Manier vorz wuſste, obgleich er, wie ihm schon der groſse Halli warf, keine von beiden selbst gesehn, wenigstens nic tig gesehn haben konnte. Aufs Neue wurde das u Asche glimmende Feuer angeblasen, als Hill in Eng J. 1770 seine mikroskopischen Untersuchungen über d struction der verschiedenen Holzarten herausgab, be als der ältere Adams und Cumming eine eigene Masch funden hatten, um damit das Holz nach allen Richtu sehr dünne Lamellen zu schneiden. Derselbe Adams im J. 1771, in der 4ten Ausgabe seiner Mikrographie, d nenmikroskop mit der *Camera obscura* zu verbinden selbe zur Nachtzeit durch eine Lampe zu erleuchten, w dem Instrumente neuerdings viele Freunde gewonnen die, wenn auch nicht die Wissenschaft erweitern, do nigstens sich selbst in den langen Winterabenden ei reiche Erheiterung verschaffen wollten. Einige Jahr zeigten Aepinus, Ziehr und besonders Martin, w durch Hülfe von Spiegeln das Sonnenmikroskop au

ıntersuchung opaker Gegenstände vortheilhaft anwenden kön-
e, so dafs man die Bilder derselben auf der Oberfläche eines
chirms nicht nur stark vergröfsert, sondern auch in ihrem
anzen Farbenschmelze sehn konnte. Im Jahre 1774 erfand
EORGE ADAMS, der Sohn des Vorhergehenden, das *Lucer-
al-Microscope,* welches dieselben Dienste für opake Gegen-
ände noch besser leistet und dabei das Auge viel weniger
ıstrengt, als jenes. Im Jahre 1777 publicirte DELLEBARRE[1]
ine neuen Verbesserungen an dem Mikroskope, die von der
ar. Akad. der Wiss. mit vielem Pomp angekündigt wurden,
ber die Sache selbst wohl nicht weiter förderten. Auch der
ereits erwähnte AEPINUS legte der Akademie zu Petersburg
n J. 1784 seine sogenannte Entdeckung eines neuen Mikro-
kops vor, die aber blofs in der damals schon bekannten An-
endung eines gewöhnlichen achromatischen Fernrohrs zu mi-
roskopischen Zwecken bestand. Jedes kleinere Fernrohr die-
er Art kann man in ein Mikroskop verwandeln, wenn man
as Objectiv weiter von dem Oculare entfernt. Die Botani-
er bedienten sich dieses Mittels, um kleine Pflanzen in dich-
n Gebüschen leichter zu erkennen und aufzufinden. Einen
anz ähnlichen Einfall brachte im ersten Decennium dieses
hrhunderts ein gelehrter Optiker in Wien zu Markte, der
ngekehrt das Mikroskop auf das Fernrohr angewendet wissen
ollte und mit vieler Selbstgefälligkeit seine Erfindung, die
piegelteleskope HERSCHEL's zu verbessern, vortrug, indem
statt der bisher gewöhnlichen Oculare derselben ein zu-
mmengesetztes Mikroskop substituirte, doch ohne uns zu
gen, wie man den dabei unvermeidlichen Mangel an Licht
setzen soll.

Nicht sowohl in der Construction, als vielmehr in der
enauern Ausführung der schon früher gegebenen Einrichtung
aben besonders die grofsen englischen Künstler RAMSDEN
ıd DOLLOND das Mikroskop wesentlich zu verbessern ge-
cht. Die letzten Verbesserungen aber haben diese Instru-
ente erst in unsern Tagen durch FRAUNHOFER in Mün-
ıen, durch PLÖSSL in Wien und durch AMICI in Modena
halten, wie wir weiter unten näher sehn werden.

Wir gehn nun zu der Beschreibung der verschiedenen

1 Mémoire sur les différences de la construct. du Microscope.

Gattungen von Mikroskopen über und betrachten unter ihne
zuerst das *einfache Mikroskop*, welches, wie bereits gesag
nur aus einer einzigen Linse oder auch aus einer kleine
Kugel von Glas oder einer andern durchsichtigen Materie besteh

Um diese und die folgenden Betrachtungen mit der nö
thigen Kürze und Präcision darzustellen, wollen wir eini
analytische Bezeichnungen voraussenden, die ihre Erklärun
in LITTROW's *Dioptrik* (Wien 1830) und zum Theil au
schon im Artikel *Linsenglas* finden.

Es seyen also a und α die beiden Vereinigungsweiten e
ner biconvexen Linse oder es sey a die Entfernung de
leuchtenden Punctes und α die Entfernung des Bildes die
ses Punctes von dem Mittelpuncte der Linse, deren Dick
wir hier als sehr klein gegen jene Entfernungen anneh
men. Ferner seyen f und g die Halbmesser der beiden Ku
gelflächen, welche die Linse an beiden Seiten begrenzen, p
die Brennweite der Linse und n gleich dem Verhältnisse de
Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des gebrochnen Win
kels, so daſs man nach den ersten Elementen der Optik[1] die
Gleichungen hat

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = (n-1)\left(\frac{1}{f} + \frac{1}{g}\right)$$

und für $a = \infty$, wo $\alpha = p$ wird,

$$\frac{1}{p} = (n-1)\left(\frac{1}{f} + \frac{1}{g}\right).$$

Wie die Gröſsen und Zeichen dieser Formeln sich ändern
wenn eine oder beide Flächen der Linse concav sind u. s. f
wird in dem angeführten Artikel gezeigt.

Sey nun ferner x der Halbmesser der Oeffnung der Lins
und x' der Halbmesser des Strahlencylinders in der Nähe de
Auges, m die Vergröſserungszahl und φ der Winkel, unte
welchem die beiden äuſsersten Strahlen des leuchtenden Ob
jects im Mittelpuncte der Linse sich schneiden. Nennt ma
denjenigen Lichtstrahl, der von dem höchsten oder tiefste
Puncte des leuchtenden Objects durch die Mitte der erst
Linse geht und daher von dieser keine Brechung erleidet, de
Hauptstrahl und trifft dieser Hauptstrahl die zweite, drit
u. s. w. Linse in einem Puncte, dessen Entfernung von der A

1 S. Art. *Linsenglas*. Bd. VI. S. 381 fg.

ler Linsen z', z'', z'''... ist, so kann man, wenn p', p'', p'''....
e Brennweiten dieser Linsen sind, annehmen $z' = w' p'$,
$= w'' p''$, $z''' = w''' p'''$ u. s. w., wo bekanntlich w', w'', w'''..
ırchaus eigentliche Brüche sind, welche die Gröſse $\frac{1}{4}$ nicht
ohl übersteigen können[1].

Bestimmt man dann die Gröſsen μ, ν, ϱ, σ, τ durch folnde Ausdrücke:

$$= \frac{n(4n-1)}{8(n-1)^2(n+2)}; \quad \nu = \frac{4(n-1)^2}{4n-1}; \quad \varrho = \frac{4+n-2n^2}{2(n-1)(n+2)};$$

$$\sigma = \frac{n(2n+1)}{2(n-1)(n+2)} \text{ und } \tau = \frac{n\sqrt{4n-1}}{2(n-1)(n+2)},$$

findet man die Gröſse λ durch die Gleichung

$$\sqrt{\lambda - 1} = \frac{\sigma - \varrho}{2\tau} = \frac{4(n^2-1)}{2n\sqrt{4n-1}},$$

d dann hat man für den Halbmesser R der *Kugelabweiung*[2] bei einer einzigen Linse

$$R = \frac{\alpha x^3}{4p} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right),$$

›bei die Linse als gleichseitig oder $f = g = \frac{2p}{\varrho + \sigma}$ angenomn wird. Die Gröſsen μ, ν, ϱ, σ, τ und λ findet man für len Werth von n aus der folgenden Tafel.

n	μ	ν	ϱ	σ	τ	λ
1,3	2,298	0,086	0,970	2,364	1,346	1,268
1,4	1,476	0,139	0,544	1,956	1,104	1,409
1,5	1,071	0,200	0,286	1,714	0,958	1,555
1,6	0,833	0,267	0,111	1,555	0,861	1,704
1,7	0,680	0,338	−0,015	1,444	0,790	1,852
1,8	0,574	0,413	−0,112	1,362	0,737	1,999

r die kleinstmögliche Kugelabweichung muſs man bekannth $\lambda = 1$ setzen, und dann erhält man zur Bestimmung der ılbmesser f und g der Linse die beiden Gleichungen

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} \text{ und } \frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a}.$$

1 Littrow Dioptrik. S. 176.
2 S. Art. *Linsenglas.* Bd. VI. S. 396. Littrow Dioptrik S. 62 u. 65.

Bezeichnet man dann für mehrere auf derselben Axe aufgestellte Linsen die Vereinigungsweiten a und α, die Brennweiten p und die Vergrösserungszahlen m bei der zweiten Linse durch a', α', p' und m', bei der dritten Linse durch a'', α'', p'' und m'' u. s. f., so hat man[1] aus ganz einfachen geometrischen Betrachtungen die zwei folgenden Systeme von Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} m' &= \frac{\alpha}{a'} \\ m'' &= \frac{\alpha\,\alpha'}{a'\,a''} \\ m''' &= \frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''}{a'\,a''\,a'''} \text{ u. s. w.} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (I)$$

und ebenso

$$\left.\begin{aligned} p'\,w' &= (\alpha + a')\,\varphi \\ p''\,w'' &= \left(\frac{\alpha'\alpha'}{a'} - a''\right)\varphi + a''\,w' \\ p'''w''' &= \left(\frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''}{a'\,a''} + a'''\right)\varphi + a'''(w'' - w') \\ p^{v}w^{v} &= \left(\frac{\alpha\,\alpha'\alpha''\alpha'''}{a'\,a''\,a'''} - a^{iv}\right)\varphi + a^{iv}(w''' - w'' + w') \text{u. s. w.} \end{aligned}\right\} \ldots (II)$$

und dann wird man endlich auch für den Halbmesser der Kugelabweichung haben

für eine Linse

$$R = \frac{a\,x^3}{4p}\cdot\frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\,\alpha}\right),$$

für zwei Linsen

$$R = \frac{\alpha\,x^3}{4p'}\left[\frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right) + \frac{\mu'}{p'}\left(\frac{\lambda'}{p'^2} + \frac{\nu'}{a'\,\alpha'}\right)\right] \text{u. s. f.} \quad \ldots (III)$$

Die vorhergehenden, aus den Elementen der Dioptrik entlehnten Ausdrücke werden genügen, die vorzüglichsten Eigenschaften der Mikroskope zu entwickeln.

I. Einfaches Mikroskop.

Um daher, unserer Absicht gemäfs, zuerst das einfache Mikroskop oder die sogenannte *Loupe* näher zu betrachten,

---

1 Littrow Dioptrik. S. 197.

vollen wir die Bemerkung voraussenden, dafs man auch hier, rie bei den Fernröhren, einen Gegenstand nur dann deutlich ehn kann, wenn die Strahlen, die von jedem Puncte dessel- en ausgehn, das Auge des Beobachters in unter sich paral- elen Richtungen treffen, und dafs daher, bei einer einzigen onvexen Linse, der Gegenstand in dem Brennpuncte der inse und das Auge auf der andern Seite derselben liegen oll. Man nimmt gewöhnlich an, dafs ein wohlgebautes Men- chenauge, ohne künstliche Bewaffnung, die kleinsten Theile ines Gegenstandes dann am deutlichsten sieht, wenn es von lemselben 8 par. Zoll absteht. Wir wollen diese Entfernung les Deutlichsehns überhaupt durch h bezeichnen. Demnach vird also auch bei dem Mikroskope, wie bei dem Fernrohre, ie *Vergröfserung* m gleich seyn dem Winkel, unter welchem er Durchmesser eines Gegenstandes in dem Mikroskope er- cheint, dividirt durch den Winkel, unter welchem es dem nbewaffneten Auge in der Entfernung von h Zollen erschei- en würde. Daraus folgt, dafs die Vergröfserung m des Ge- enstandes durch eine einzige Linse seyn wird

$$m = \frac{h}{p}.$$

)a aber die Brauchbarkeit und Güte eines Mikroskops nicht lofs durch die Vergröfserung desselben, die man leicht ins Jnendliche treiben könnte, sondern auch durch die Helligkeit, nit welcher der Gegenstand gesehn wird, bestimmt werden nufs, und da diese Helligkeit mit dem Halbmesser x' des trahlencylinders in der Nähe des Auges und zwar, da hier on einer Fläche die Rede ist, mit dem Quadrate dieses Halb- nessers wachsen und abnehmen wird, so hat man, wenn w en Halbmesser der Pupille des Auges bezeichnet,

$$\frac{\text{Helle durch das Mikroskop}}{\text{Helle mit freiem Auge}} = \left(\frac{x'}{w}\right)^2.$$

Iimmt man, wie gewöhnlich, die Gröfse $w = \frac{1}{20}$ Zoll, so hat nan, wenn man die Helle, unter welcher der Gegenstand em freien Auge erscheint, als Einheit annimmt,

$$\text{Helle durch das Mikroskop } K^2 = (20\,x')^2.$$

)er Halbmesser R der Kugelabweichung ist (nach den Glei- hungen III)

$$R = \frac{\alpha x^3}{4p} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right)$$

oder da p bei einer einzigen Linse gleich der ersten Ve-
nigungsweite a ist,

$$R = \frac{x^3}{4} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right).$$

Den Erfahrungen zufolge kann bei Mikroskopen ein Fe
von 10 bis 12 Secunden im Winkel ohne merkliche St
ertragen werden. Nennt man also $\frac{1}{4g^3}$ den Halbmesse
Kugelabweichung, so kann man $\frac{1}{4g^3} = \text{Sin.}\,\sigma''$ setzen,
aus sofort folgt

$$g^3 = \frac{1}{4\,\text{Sin.}\,\sigma''} \text{ oder } g = 20'',5.$$

Setzt man also $R = \frac{1}{4g^3}$ und die letzte Vereinigung
$\alpha = \infty$, wie es die Natur der Aufgabe erfordert, so hat

$$x = \frac{p}{g}\sqrt[3]{\frac{1}{\mu\lambda}} = \frac{h}{mg}\sqrt[3]{\frac{1}{\mu\lambda}}.$$

Für $n = 1,55$ giebt die vorhergehende Tafel $\mu = 0,93$
für eine gleichseitige Linse $\lambda = 1,63$. Setzt man al
runden Zahlen $h = 8$ Zoll und $g = 20$ Secunden,
man

$$x = \frac{0,3472}{m} \text{ Zoll.}$$

Sollte aber die Kugelabweichung ein Kleinstes seyn, so
man, nach dem Vorhergehenden, $\lambda = 1$ annehmen, für
chen Fall man daher hat

$$x = \frac{0,4086}{m} \text{ Zoll.}$$

Für die Krümmungshalbmesser der gleichseitigen Li
man, nach dem oben Gesagten,

$$f = g = \frac{2p}{\sigma + \varrho} = \frac{p}{0,909} = \frac{8,8}{m} \text{ Zoll.}$$

Ueberhaupt aber hat man, auch für ungleichseitige Lin
die Krümmungshalbmesser die Ausdrücke

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} + \frac{\tau}{p}\sqrt{\lambda - 1},$$

$$\frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a} - \frac{\tau}{p}\sqrt{\lambda - 1}.$$

Soll aber die Kugelabweichung ein Kleinstes seyn, so hat man $\lambda = 1$ zu setzen oder es ist für diesen Fall

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} \text{ und } \frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{\alpha}.$$

Da aber bei einer einzigen Linie a = p und $\alpha = \infty$ ist, so geben die letzten Gleichungen

$$f = \frac{p}{0,191} = \frac{41,93}{m} \text{ Zoll und}$$

$$g = \frac{p}{1,627} = \frac{4,92}{m} \text{ Zoll.}$$

Dadurch werden demnach die beiden Halbmesser der Linse bestimmt. Um noch die Helligkeit des durch diese Linse betrachteten Objectes zu bestimmen, so kann man wegen der hier vorauszusetzenden Kleinheit der Linse den Durchmesser des in das Auge tretenden Strahlencylinders gleich dem Durchmesser der Linse selbst setzen, so dafs also $x' = x$ wird, und dann ist das Mafs der Helligkeit gleich $K = 20x$.

Für gleichseitige Linsen war $x = \frac{0,3472}{m}$, also auch $K = \frac{6,94}{m}$, wofür man nach dem Vorhergehenden eigentlich das Quadrat dieses Ausdruckes zu setzen hat, so dafs $K^2 = \frac{48,16}{m^2}$ ist. Ist daher die Vergröfserung der Linse auch nur gleich der Zahl 7, so ist K^2 schon nahe gleich der Einheit oder die optische Klarheit ist der natürlichen des freien Auges gleich. Für stärkere Vergröfserungen nimmt die optische Klarheit immer mehr ab, und darin besteht auch einer der wesentlichsten Nachtheile der einfachen Mikroskope, sie leiden alle an Mangel der Beleuchtung und man mufs ihnen daher durch von Seitenspiegeln reflectirtes Licht nachzuhelfen suchen, wie bekannt.

Folgende kleine Tafel giebt die Brennweite p, die Halbmesser f, g, die halbe Oeffnung x in Pariser Zollen ausgedrückt und die Helligkeit oder die Gröfse $K = 20x$ für eine Linse, bei welcher die Kugelabweichung ein Kleinstes oder $\lambda = 1$ ist.

Vergrößerung	Brennweite	Halbmesser		Halbe Oeffnung	Maſs der Helle
m	p	f	g	x	K
10	0,8	4,19	0,49	0,04	0,8
20	0,4	2,10	0,25	0,02	0,4
40	0,2	1,05	0,12	0,01	0,2
80	0,1	0,52	0,06	0,01	0,1
100	0,08	0,42	0,05	0,004	0,08
140	0,06	0,30	0,03	0,003	0,06

Man sieht daraus, daſs man mit einer einzigen Linse nicht leicht eine Vergröſserung von 140 übersteigen darf, weil die Halbmesser f, g und die halbe Oeffnung x zu klein werden und besonders weil die Helle bei stärkeren Vergröſserungen gar zu sehr abnimmt.

Es wurde bereits oben erwähnt, daſs die früheren Beobachter Leeuwenhoek, Swammerdam u. A. sich statt dieser einfachen Linsen kleiner Glaskugeln bedienten; für solche Kugeln hat man[1] zwischen dem Halbmesser f und der Brennweite p der Kugel folgende Gleichung

$$p = \frac{(1 - \frac{1}{2}n) . f}{n - 1}.$$

Um die Vergröſserung m zu erhalten, ziehe man von den beiden Endpuncten des Objects nach dem Mittelpuncte der Kugel zwei gerade Linien, so werden diese die ungebrochen durchgehenden Hauptstrahlen jener zwei Endpuncte vorstellen, weil sie in der Richtung des Halbmessers, also senkrecht auf die Oberfläche der Kugel einfallen. Das Auge, welches hier ohne merklichen Fehler bei einer so kleinen Kugel in dem Mittelpuncte derselben angenommen werden kann, empfängt diese beiden Strahlen unter dem zu der Entfernung a + f gehörenden Winkel, wenn a die Entfernung des Objects von der ihm nächsten Oberfläche der Kugel bezeichnet, so daſs man daher hat

$$m = \frac{h}{a + f},$$

wo wieder h acht Zoll bedeutet. Da aber das Object zum Deutlichsehen in dem Brennpuncte der Kugel liegen oder da

1 S. Art. *Linsenglas* Bd. VI. S. 384., wenn man die dort gebrauchte Bezeichnung μ in unsere $\frac{1}{n}$ verwandelt.

a = p seyn muſs, so hat man, mit Berücksichtigung des vorhergehenden Werthes von p

$$m = 2(n-1)\frac{h}{nf} \text{ oder } m = (2-n)\frac{h}{na}.$$

Verfolgt man nun, nachdem so der Werth von m bekannt ist, die weitere Entwickelung ganz auf demselben Wege, wie so eben für die einfache Linse gezeigt worden ist, so erhält man, analog mit der vorhergehenden, die folgende, für kleine Glaskugeln bestimmte Tafel[1]:

Vergröſserung	Distanz des Objects	Halbmesser der Kugel	Halbmesser der Oeffnung der vordern	Halbmesser der Oeffnung der hintern	Halbes Gesichtsfeld	Maſs der Helle
10	0,23	0,57	0,010	0,050	0,020	1,00
20	0,12	0,28	0,010	0,020	0,010	0,50
30	0,08	0,19	0,005	0,020	0,005	0,33
40	0,06	0,14	0,003	0,013	0,004	0,25
50	0,05	0,11	0,003	0,010	0,003	0,20

wo alle Zahlen, die der ersten und letzten Columne ausgenommen, in Pariser Zollen ausgedrückt sind. Vergleicht man die beiden Tafeln unter einander, so sieht man, daſs die Helle bei den Kugeln gröſser ist, als bei den Linsen, so lange nämlich die Vergröſserung nicht zu stark ist, daſs aber, wie die zweite Columne der zweiten Tafel zeigt, bei den Kugeln die Objecte zu nahe an die Kugel gebracht werden müssen, welches die Folge hat, daſs die einzelnen, nicht in einer Ebene liegenden Theile des Objects undeutlich erscheinen. Auch sieht man, daſs das Gesichtsfeld bei den Kugeln sehr klein ist, was alles mit den Beobachtungen und mit den Klagen der Beobachter über diese Kugeln übereinstimmt.

Aus dem Vorhergehenden ist klar, daſs die Vergröſserung und Helle eines solchen einfachen Mikroskops nicht bloſs von den Halbmessern, von der Brennweite der Linsen und von der Glasart, d. h. von dem Werthe der Gröſse n, sondern auch von der Güte und von der Kurz- oder Weitsichtigkeit des Auges des Beobachters abhängt, da die Gröſse h für verschiedene Augen bald gröſser bald kleiner ist. Im Allgemeinen ist die Vergröſserung bei derselben Linse für ein kurz-

1 S. Euler Dioptrica Cap. I. Prob. IV.

sichtiges Auge stärker, als für ein weitsichtiges. Immer aber gehören zu stärker vergröſsernden Linsen oder Kugeln auch geringere Brennweiten und daher eine stärkere Annäherung des Objects an das Glas. Man hat in frühern Zeiten solche einfache Linsen häufig gebraucht, bei welchen die Vergröſserung im Durchmesser bis 200, also in der Fläche bis 40000 ging und die Brennweite daher nicht einmal eine halbe par. Linie betrug. Immerhin wird man diejenigen Linsen vorziehn, für welche die Fehler wegen der nothwendigen Kugelgestalt wenigstens so klein als möglich gemacht worden sind oder für welche $\lambda = 1$ ist. Auch müssen die dem Deutlichsehen schädlichen Randstrahlen durch eigene Fassungen dieser Linsen abgehalten und daher die *Oeffnungen* derselben sehr klein genommen werden. Auf die Abweichungen wegen der verschiedenen Brechbarkeit der einzelnen Farben läſst sich, wie bekannt, bei einfachen Linsen keine Rücksicht nehmen, da diese Abweichungen nur durch die Verbindung mehrerer Linsen weggebracht werden können. Um aber doch, so viel möglich, eine zu groſse chromatische Anomalie fern zu halten, wird man am besten solche Stoffe zu den Linsen wählen, welche die Sonnenstrahlen sehr stark brechen, aber dafür die Farben des Sonnenlichts nur sehr wenig zerstreuen. Aus diesem Grunde hat man diese Linsen oder kleinen Kugeln, statt aus Glas, aus Edelsteinen zu machen gesucht und die letzten in der That viel vorzüglicher gefunden, wie wir bald sehn werden. Folgende Tafel giebt die Gröſse n oder das Brechungsverhältniſs, d.h. das Verhältniſs des Sinus des Einfallswinkels zu dem des gebrochenen Winkels für mehrere Stoffe, die man zu solchen Linsen oder Kugeln verwenden kann. Ihnen ist noch das Zerstreuungsverhältniſs m für die Farben beigefügt, das so zu verstehn ist. Da jeder farbige Strahl des Sonnenlichts seine eigene Brechung hat, so sey n das Brechungsverhältniſs für den gelben Strahl, der bekanntlich in der Mitte des Sonnenspectrums liegt, und n' das Brechungsverhältniſs des rothen, so wie n'' das des violetten Strahls. Dieses vorausgesetzt nennt man die Gröſse m oder

$$m = \frac{n'' - n'}{n - 1}$$

das Zerstreuungsverhältniſs wegen der Farben. Die folgende Tafel giebt in ihrer ersten Columne die Dichte D und in den

zwei folgenden die Verhältnisse n und m der Brechung und der Farbenzerstreuung.

	D	n	m		D	n	m
Diamant . . .	3,52	2,49	0,038	Salzsäre . . .	1,16	1,38	0,043
Phosphor . .	1,77	2,22	0,128	Sapphir . . .	4,00	1,79	0,026
Terpentinöl .	0,88	1,48	0,042	Topas, gelber	3,55	1,64	0,025
Alkohol . . .	0,82	1,37	0,029	Beryll	2,65	1,60	0,037
Wasser	1,00	1,34	0,035	Flintglas . . .	3,72	1,64	0,050
Schwefelsäure	1,84	1,44	0,031	Kronglas . . .	2,52	1,54	0,036
Salpetersäure	1,48	1,41	0,045				

Statt einer Linse oder einer Kugel aus Glas oder Edelstein kann man auch eine mit Wasser oder Weingeist gefüllte kleine Glaskugel, auch wohl selbst nur einen Wassertropfen gebrauchen, den man in einem zu diesem Zwecke durchlöcherten Metallblättchen aufgefangen hat.

Da es grofse Geschicklichkeit erfordert, so kleinen Linsen beim Schleifen und Poliren derselben auf Taffet eine vollkommene sphärische Oberfläche zu geben, so hat man die erwähnten kleinen Kugeln, selbst in den neuern Zeiten, vorgezogen, so lange man nämlich bei den einfachen Mikroskopen stehn bleiben will. Schon der alte Hook verfuhr bei der Verfertigung dieser Glaskügelchen nicht unzweckmäfsig auf folgende Weise. Er zog einen feinen Glasstreifen durch Hülfe einer Blaslampe in dünne Fäden aus und hielt dann das Ende eines solchen Fadens über das Licht, bis es in ein solches Kügelchen zusammenschmolz, dann wurde dieses Kügelchen von dem Faden abgebrochen und in die kleine Oeffnung eines Metallplättchens so gesetzt, dafs die durch dasselbe gehenden Lichtstrahlen den Punct der Kugel nicht treffen konnten, in welchem es früher mit dem Glasfaden zusammenhing. Zuweilen schliff er auch noch diesen Theil der Kugel rein ab und polirte ihn dann auf die gewöhnliche Weise. De Torre in Neapel brachte noch vollkommnere Kügelchen dieser Art dadurch zu Stande, dafs er sie in kleine Höhlungen von calcinirtem Trippel legte und sie dann durch das Löthrohr zum Schmelzen brachte, wo sie von selbst eine ganz kugelförmige Gestalt annahmen. Butterfield bildete sich diese kleinen Kugeln, indem er mit einer befeuchteten Nadelspitze etwas feinen Glasstaub aufnahm und denselben an einer

Spirituslampe schmelzen liefs. Wenn der der Nadelspitze nächste Theil des Glaskügelchens nicht vollkommen geschmolzen war, so wurde die Kugel von der Nadelspitze abgenommen und, nachdem die Spitze der Nadel wieder befeuchtet worden war, auf der entgegengesetzten Seite der Kugel aufgesteckt und der Flamme wieder genähert, bis sie eine vollkommen sphärische Gestalt erhielt. Sivright steckte kleine Glasstückchen in Oeffnungen eines Platinblättchens, deren Durchmesser nur den 10. oder 20. Theil eines Zolls hatte, und liefs diese Glasstückchen vor einem Löthrohre schmelzen, wodurch er seine Kügelchen zugleich mit ihrer Fassung von Platin erhielt. Stephan Grey fing, ganz einfach, Wasser mit Metallblättchen auf, die sehr kleine Oeffnungen hatten, Brewster that dasselbe mit Oel und Firnifs. Nach dessen Meinung aber sind doch die besten einfachen Mikroskope diejenigen, welche entstehn, indem man verschiedene Flüssigkeiten in kleine Tropfen auf eine ebene Glasfläche giefst, wodurch man also kleine, planconvexe Linsen erhält. Ebenso erhielt Brewster, wie er sagt, ganz vorzügliche Mikroskope, indem er die sphärische Krystalllinse aus den Augen der Elrize, des Bitterfisches und anderer kleiner Fische nahm, wobei man nur darauf zu sehn hat, dafs die Gesichtslinie des Beobachters zugleich in die Axe der Linse falle[1]. Für die besten einfachen Mikroskope erklärt er aber doch noch immer diejenigen, deren Linsen aus Edelsteinen gemacht sind, besonders aus Granat, Sapphir und Diamant. Brewster war unseres Wissens der erste, der auf diese Gattung von Mikroskopen aufmerksam machte[2]. Zwei solche Linsen, eine von Rubin und die andere von Granat, die er sich von dem Optiker Hill in Edinburg verfertigen liefs, gaben dieselbe Vergröfserung, eine Glaslinse, obschon ihre Krümmung viel kleiner war, und da sie überdiefs die blauen Farben des Spectrums gänzlich absorbirten, so sah man durch sie die Gegenstände viel klarer und deutlicher, als durch Glaslinsen. Diejenigen miskroskopischen Linsen von Sapphir und Diamant, die jetzt Pritchard in London macht, sollen an Vollkommenheit alle frühern einfachen Mikroskope weit hinter sich zurück lassen. Der Diamant würde sich von allen

---

1 Edinburgh Journ. of Science. N. III. p. 98.

2 Brewster Treatise on new Philos. Instruments. Edinb. 1813. 8.

übrigen Stoffen am besten zu diesem Zwecke eignen, da, wie die vorhergehende Tafel zeigt, sein Brechungsverhältnifs n so grofs und seine Farbenzerstreuung so klein ist. Aber dieser Edelstein ist selten ganz homogen und frei von der doppelten Brechung zu finden. Aus dieser Ursache ist der Sapphir weniger anwendbar, da seine doppelte Brechung so stark ist. Der Granat scheint allen andern Edelsteinen vorzuziehn zu seyn, da er von dieser doppelten Brechung ganz frei ist und überdiefs mit einiger Umsicht leicht ganz rein und homogen erhalten wird. Brewster besitzt zwei solche Mikroskope von Granat, die der Optiker Adie verfertigte und die alle andern, die er je gesehn, weit übertreffen sollen. Ihre Brennweite ist nahe der 40ste Theil eines Zolls.

Derselbe Brewster hat auch eine *Halbkugel* als Mikroskop vorgeschlagen, durch welche die Lichtstrahlen zweimal gebrochen und einmal, von ihrer Basis, reflectirt werden. Sey ABC diese halbe Kugel und O der leuchtende Punct, so werden die von diesem Puncte ausgehenden Strahlen an dem Theile AB der Kugelfläche gebrochen, in der Basis AC der Hemisphäre, wie von einem Spiegel, in den Puncten a, b, c reflectirt und an dem Theile BC der Kugelfläche zum zweiten Male gebrochen, wo sie dann in unter sich parallelen Richtungen nach a', b', c'.. in das Auge des Beobachters und zwar so kommen, als ob sie in a, b, c nicht reflectirt worden, sondern als ob sie ganz durch die andere Hälfte ADC der Kugel gegangen wären. Man erhält also dadurch eine doppelte Vergröfserung und bedarf keiner ganzen Kugel mehr, die so schwer in vollkommen sphärischer Form von unsern Künstlern zu erhalten ist.

Fig. 287.

Wollaston hat einen andern sinnreichen Vorschlag zur Verbesserung der einfachen Miskroskope gemacht. Er stellte zwischen zwei planconvexe Linsen von derselben Gröfse und Gestalt ein Metallblättchen AB, das in seiner Mitte, bei C, eine kreisförmige Oeffnung hatte, dessen Durchmesser nahe den fünften Theil der Brennweite jeder der beiden Linsen betrug. Wenn diese Oeffnung zwischen den beiden Linsen genau centrirt war, so fand er, dafs das Gesichtsfeld des so vorgerichteten Mikroskops volle zwanzig Grade betrug. Brewster sucht diese Einrichtung noch dadurch zu verbessern,

Fig. 288.

dafs er die erwähnte centrale Oeffnung bei C mit einem Cement ausfüllt, welches dieselbe brechende Kraft hat, als die Masse der beiden Linsen, oder, wie er meint, besser noch dadurch, dafs er eine Glaskugel ringsum in einem gröfsten Kreise gleichsam canalartig ausschleift, wo dann die Kugel die durch die Zeichnung ausgedrückte Gestalt erhalten wird, wo durch den Canal ABCD die centrale Oeffnung der Kugel begrenzt wird, und er hält diese Form, gehörig in Granat ausgeführt, nicht nur bei einfachen, sondern selbst bei zusammengesetzten Mikroskopen für die vortheilhafteste unter allen.

Fig. 289.

Je stärker übrigens die Vergröfserung ist, desto schwächer beleuchtet erscheint das Bild bei allen Mikroskopen. Man mufs daher diesem Uebelstande durch künstliche Mittel abzuhelfen suchen. Für diaphane Objecte bringt man unter dem Objecte einen kleinen Hohlspiegel an, um dadurch das Object besser zu beleuchten. Auch pflegt man an die Fassung des Mikroskops selbst eigene, sehr kleine Hohlspiegel anzubringen, damit sie den Gegenstand seitwärts von oben beleuchten. Dieses sind die sogenannten *Lieberkühn'schen Spiegelchen* und sie leisten nicht nur bei opaken Gegenständen, sondern auch noch zu andern Zwecken, von welchen wir weiter unten sprechen werden, grofsen Nutzen.

Der vorhergehenden Theorie zufolge wird das Auge des Beobachters in der Mitte der Linse vorausgesetzt. Da dieses in der Ausführung unmöglich ist, so mufs das Auge wenigstens so nahe, als möglich, an diejenige Oberfläche der Linse gebracht werden, die von dem Objecte abgewendet ist. Dieses ist aber oft unbequem und selbst lästig. Man wird aber bald bemerken, dafs bei gut eingerichteten Mikroskopen, deren Oeffnung nicht gar zu klein ist, das Auge auch wohl etwas weiter von der Linse abstehn kann, ja dafs dann sogar das Object noch mehr vergröfsert erscheint, als wenn das Auge ganz nahe steht, dafs aber auch zugleich das Gesichtsfeld und in gröfserer Entfernung auch die Helligkeit des Bildes kleiner wird. Aus dieser Ursache pflegt man, um mit derselben Linse stärkere Vergröfserungen zu erhalten, sie an das Ende einer hohlen Röhre zu befestigen, wo dann das Auge des Beobachters an das andere Ende der Röhre gebracht wird. Die Röhre hält hier die störenden Seitenstrahlen ab, aber das Ge-

chtsfeld, wie gesagt, wird durch diese Entfernung des Auges
)n der Linse immer kleiner.

Die Fassungen der einfachen Mikroskope bestehn gewöhn-
:h aus bloſsen Ringen von Holz, Horn oder Metall, und sind
ı bekannt, als daſs sie hier umständlich angeführt werden
llten. Die gewöhnlichen Loupen bestehn aus einer gleich-
itigen Linse, wo der Halbmesser der Krümmung beider Flä-
ıen derselbe ist, damit man sie mit derselben Wirkung von
:iden Seiten gebrauchen kann. Soll aber, zum wissenschaftli-
ıen Gebrauche, die Kugelabweichung ein Kleinstes seyn, so
uſs man, wie wir oben gesehn haben, die Halbmesser der
:rümmung verschieden nehmen, wobei für die Ausübung zu
emerken ist, daſs die convexere Seite immer gegen das Ob-
ct gewendet werden soll. Häufig werden zwei und selbst
ehrere solcher einfachen Linsen in einer einzigen Fassung
:halten, wo dann jede dieser Linsen eine eigene Brennweite
nd Vergröſserung hat und man, je nach Bedürfniſs, bald
ie eine, bald die andere, und bald auch mehrere zugleich
ber einander gestellt, gebrauchen kann. Solche Loupen wer-
en gewöhnlich in Ringen gefaſst mit einem Handgriff und
it einem gemeinschaftlichen Deckel zu beiden Seiten versehn.
ı wissenschaftlichem Gebrauche versieht man diese Fassung
ıch wohl mit einer feinen Zange oder mit einem in eine
ine Spitze auslaufenden Stifte, um darauf kleine Insecten u.
gl. zu befestigen. Die kürzeste Brennweite, die man bisher
en mikroskopischen Glaslinsen gegeben hat, ist nahe $\frac{2}{3}$ einer
ır. Linie, womit man die Vergröſserung bis etwa 240 im
urchmesser treiben kann. Wenn man stärkere Vergröſserun-
en wünscht, so muſs man Glaskügelchen oder Linsen aus
delsteinen nehmen.

I. Einfache Mikroskope mit Doppellinsen.

Da der Gebrauch der einfachen Linsen, wie man gesehn
ıt, sehr beschränkt ist, so hat man es versucht, zwei oder
ıch mehrere derselben unmittelbar an einander zu fügen, so
ıſs sie sich beinahe berühren und dadurch gleichsam die
:elle einer einzigen Linse vertreten. Diese Vorrichtung hat
e Vortheile, daſs man für dieselbe Vergröſserung nicht mehr
› stark convexe Linsen gebraucht, die immer schwer zu

verfertigen sind; dafs ferner die Lichtstärke oder Helligkeit durch eine solche vielfache Linse viel gröfser ist, als durch eine einfache sehr convexe oder durch ein Glaskügelchen, und dafs endlich auch die Kugelabweichung hier kleiner gemacht und die Farbenzerstreuung gänzlich weggebracht werden kann.

Diese einfachen Mikroskope unterscheiden sich von den später zu betrachtenden zusammengesetzten dadurch, dafs bei den einfachen, da die Linsen beinahe im Contact mit einander sind, zwischen ihnen kein Bild des Gegenstandes entstehen kann, während das zusammengesetzte Mikroskop allerdings solche Bilder zwischen den Linsen hat. Um von der Einrichtung eines solchen einfachen Mikroskops einen allgemeinen Begriff zu geben, seyen A, B die beiden einander sehr nahe stehenden Linsen und O o das Object, welches man durch jene Linsen betrachten will. Wenn dieses Linsenpaar in eine solche Entfernung von dem Objecte O o gestellt wird, dafs die von demselben auf die Linse A fallenden Strahlen durch diese Linse so gebrochen werden, als kämen sie von den Puncten D und d her, und wenn sie dann von der zweiten Linse B neuerdings so gebrochen werden, dafs sie einem in L stehenden Auge von den Puncten E und e, und zwar aus einer Entfernung L E, zu kommen scheinen, die der natürlichen Sehweite h des unbewaffneten Auges gleich ist, so wird man dadurch den Gegenstand O o nicht nur deutlich, sondern auch mehrmals vergröfsert sehn.

Fig. 290.

Chevalier hat diesen Mikroskopen eine sehr sinnreiche Einrichtung gegeben, wodurch man den Gegenstand O o sogleich auf einem matten Glase oder auf einem diaphanen Papiere sehn kann. Bei ihm sind die beiden Linsen A und B planconvex und so gestellt, dafs ihre convexen Seiten einwärts, zwischen A und B, gekehrt sind. Nach der Brechung durch die zweite Linse B fallen die Strahlen auf ein dreiseitiges, gleichschenkliges Prisma F G H, in welchem sie von der mit Papier belegten Hypotenuse F H nach der Richtung L K zurückgeworfen werden, so dafs man auf einem über G H gelegten mattgeschliffenen Glase den Gegenstand sehn und bequem abzeichnen kann. Man sieht ohne weitere Erklärung, wie sich dasselbe Verfahren auch auf ein System von mehr als zwei nahe aneinander stehenden Linsen anwenden lassen wird und dafs man überdiefs, um eine gröfsere Helle des Bildes zu

langen, das Object Oo durch zur Seite stehende Concav-
iegel beleuchten kann.

Um auch auf solche Systeme die oben gegebenen theore-
ichen Sätze der Dioptrik anzuwenden, seyen A und B die Fig. 291.
iden Linsen, F ihr gemeinschaftlicher Brennpunct, d. h. der-
nige Punct, aus welchem die Strahlen divergirend so auf die
ste Linse A aufzufallen haben, dafs dieselben, nach der Bre-
ung durch die zweite Linse B, in unter sich parallelen
chtungen in das Auge L kommen, weil das Auge nur sol-
e Gegenstände deutlich sieht, von welchen die Strahlen in
rallelen Richtungen auf dasselbe gelangen. Behält man die
en eingeführten Bezeichnungen bei, wo a, α und a', α' die
iden Vereinigungsweiten der Linsen A und B und wo p, p'
e Brennweiten dieser Linsen bedeuten, so ist a = AO und
negativ, also auch a < p. Weiter hat man $\alpha = -$ a',
= p' und, da die Strahlen parallel in das Auge kommen
llen, $\alpha' = \infty$. Demnach hat man auch sofort für die Ver-
ößerungszahl m eines solchen Linsenpaars

$$m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha}{p'} = -\frac{h}{a}.$$

s negative Zeichen dieses Ausdruckes zeigt, nach den be-
nnten ersten Gründen der Dioptrik, an, dafs man durch ein
lches Linsenpaar den Gegenstand nicht verkehrt, sondern
seiner natürlichen, aufrechten Stellung sieht.

Der Halbmesser der Kugelabweichung ist nach der oben
gebenen Gleichung (III)

$$R = \frac{\alpha x^3}{4p'}\left[\frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right) + \frac{\mu'}{p'}\left(\frac{\lambda'}{p'^2} + \frac{\nu'}{a'\alpha'}\right)\right]$$

er, da wir schon $p' = \frac{\alpha h}{am}$ erhalten haben und da $\alpha' = \infty$
,

$$R = \frac{m a x^3}{4h}\left[\mu\left(\frac{\lambda}{p^3} - \frac{\mu\nu}{a p p'}\right) + \frac{\mu'\lambda'}{p'^3}\right].$$

t $\mu = \mu'$ für Linsen aus demselben Stoffe, z. B. aus dersel-
n Glasart, und sucht man dem Systeme die kleinste Kugel-
weichung zu geben, so ist $\lambda = \lambda' = 1$, also auch

$$R = \frac{\mu m x^3}{4a^2 h}\left(\frac{a^3}{p^3} - \frac{\nu a^2}{p p'} + \frac{a^3}{p'^3}\right).$$

tzt man der Kürze wegen

$$A = \frac{a}{p} \text{ und } A' = \frac{a}{p'} = -\frac{a}{\alpha}$$

und berücksichtigt man die oben gegebene Fundamentalgleichung der Dioptrik

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} \text{ oder } \frac{a}{p} = 1 + \frac{a}{\alpha},$$

so hat man $A + A' = 1$ und daher für den Halbmesser der kleinsten Kugelabweichung

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 a^2 h} [A^3 - \nu . A A' + A'^3].$$

Daraus folgt, dafs R einen gröfsten oder kleinsten Werth erhält, wenn $Z = A^3 - \nu . A A' + A'^3$ ein Gröfstes oder ein Kleinstes ist. Differentiirt man aber die letzte Gleichung in Beziehung auf Z und A und setzt $\frac{dZ}{dA} = 0$, so erhält man

$$(3 + \nu)(1 - 2A) = 0,$$

woraus $A = \frac{1}{2}$ folgt, und dieser Werth von A giebt für den gesuchten kleinsten Werth von

$$Z = \frac{1 - \nu}{4}.$$

Wir haben demnach $A = A' = \frac{1}{2}$ und also auch $p = 2a = -\alpha = p'$, so dafs man für R erhält

$R = \frac{\mu (1 - \nu) m x^3}{16 a^2 h}$, wofür wir wieder $R = \frac{1}{4 g^3}$ setzen wollen, so dafs man also hat

$$x = \frac{1}{g} \sqrt[3]{\frac{4 a^2 h}{\mu m (1 - \nu)}} = \frac{2h}{mg} \sqrt[3]{\frac{1}{2\mu (1 - \nu)}}.$$

Setzt man also wieder, wie in den obigen Beispielen, $n = 1,55$, so giebt unsere kleine Tafel $\mu = 0,938$, $\nu = 0,233$, und wenn die natürliche Sehweite $h = 8$ Zoll und der gröfste zulässige Fehler $g = 20$ Secunden gesetzt wird,

$$x = \frac{0,708}{m},$$

und dieser Ausdruck giebt den Halbmesser der Oeffnung der Linsen unter der Voraussetzung, dafs die Kugelabweichung ein Minimum ist.

Das Mafs der Klarheit oder die Gröfse $K = 20 x'$ ist, wenn man $x' = x$ setzt und die Dicken der Linsen vernachlässigt,

$$K = \frac{14,16}{m}.$$

ergleicht man diese Resultate für x und K mit denjenigen $x = \frac{0,41}{m}$ und $K = \frac{7}{m}$), welche wir oben für einfache insen erhalten haben, so sieht man, dafs man durch die Einihrung einer solchen Doppellinse an der Oeffnung des Gla-s sowohl, als auch an der Helle des Bildes bedeutend geinnen kann, daher man diese Doppellinsen den einfachen orziehn mufs. Die Halbmesser der Krümmungen der beiden insen wird man, wie oben, bestimmen. Etwas genauer weren die Ausdrücke mit den Beobachtungen übereinstimmen, enn man auch die Dicke der Linsen und die Entfernungen rer Mittelpuncte berücksichtigt, wegen deren wir, der Kürze egen, auf Klügel's analyt. Dioptrik §. 557 verweisen.

Betrachten wir dafür noch ein System von drei solchen insen A, B, C. Seyen p, p′, p″ in derselben Ordnung die rennweiten dieser Linsen, L der Ort des Auges und O das bject. Die erste Linse soll die von dem Objecte auf sie eschickten Strahlen so brechen, dafs sie, nach der Brechung, vergirend aus F zu kommen scheinen, uud die zweite Linse , dafs sie divergirend aus G zu kommen scheinen, aus welier Ursache daher die dritte Linse C ihren Brennpunct in esem Puncte G haben mufs. Wenn man nun wieder die icke und die Distanzen dieser Linsen von einander vernachssigt, so hat man

Fig. 292.

$$AO = a,\ AF = -\alpha = BF = a',$$
$$BG = -\alpha = CG = a'' = p'' \text{ und } \alpha'' = \infty.$$

ieses vorausgesetzt hat man vermöge der kurz vorher angehrten Fundamentalgleichung der Dioptrik

$$= \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha};\ \frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'} = -\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha'} \text{ und } \frac{1}{p''} = \frac{1}{a''} = -\frac{1}{\alpha'},$$

oraus sofort folgt

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} + \frac{1}{p''} = \frac{1}{a} \text{ und } \frac{1}{p'} + \frac{1}{p''} = \frac{1}{a'}.$$

nd alle drei Linsen von demselben Stoff, so ist auch der erth von n, so wie der von μ und ν für alle gleich grofs, d man erhält durch Hülfe der vorhergehenden Gleichung I) den Halbmesser der kleinsten Kugelabweichung, für welen $\lambda = \lambda' = \lambda'' = 1$ ist, durch folgenden Ausdruck:

$$R = \frac{\mu m a x^3}{4h}\left[\frac{1}{p^3} + \frac{\nu}{p a \alpha} + \frac{1}{p'^3} + \frac{\nu}{p' a' \alpha'} + \frac{1}{p''^3}\right]$$

oder auch

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 a^2 h}\left[\frac{a^3}{p^3} + \frac{\nu a^2}{p \alpha} + \frac{a^3}{a'^3}\left(\frac{a'^3}{p'^3} - \frac{\nu a'^2}{a' p''} + \frac{a'^3}{p''^3}\right)\right].$$

Der letzte Theil

$$\frac{a'^3}{p'^3} - \frac{\nu a'^2}{a' p''} + \frac{a'^3}{p''^3}$$

dieses Ausdrucks wird, wenn man ihn ebenso, wie oben fü die Doppellinse behandelt, seinen kleinsten Werth $\frac{1}{4}(1-\nu)$ geben, wenn man $p' = p'' = 2a'$ setzt, so dafs man demnach hat

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 a^2 h}\left(\frac{a^3}{p^3} + \frac{\nu a^2}{p \alpha} - \frac{1}{4}(1-\nu) \cdot \frac{a^3}{\alpha^3}\right).$$

Setzt man

$$Z = \frac{a^3}{p^3} + \frac{\nu a^2}{p \alpha} - \frac{1}{4}(1-\nu)\frac{a^3}{\alpha^3}$$

und der Kürze wegen $A = \frac{a}{p}$ und $A' = -\frac{a}{\alpha}$, so dafs also $A + A' = 1$ wird, so hat man

$$Z = A^3 - \nu A(1-A) + \frac{1}{4}(1-\nu)(1-A)^3$$

oder

$$Z = \frac{1}{4}(3+\nu)\ (A^3 + A^2 - A) + \frac{1}{4}(1-\nu),$$

also auch

$$\frac{dZ}{dA} = \frac{1}{4}(3+\nu)(3A^2 + 2A - 1) \text{ und } \frac{d^2 Z}{dA^2} = \frac{1}{4}(3+\nu)(6A+2).$$

Wird daher $\frac{dZ}{dA} = 0$ gesetzt, so findet man für A die zwei Werthe

$$A = -1 \text{ und } A = +\tfrac{1}{3}$$

und da der zweite dieser Werthe die Gröfse $\frac{d^2 Z}{dA^2}$ positiv macht, so wird Z ein Kleinstes für $A = \frac{1}{3}$, und dieser kleinste Werth selbst ist

$$Z = \tfrac{1}{27}(3 - 8\nu).$$

Da man ferner für $A = \frac{1}{3}$ erhält $p = -2\alpha = 2a' = 3a$ und $p' = 2a' = 3a$, so wie $\alpha' = -3a$ und $p'' = 3a$, so hat man, wenn man diese Ausdrücke in der dritten der Gleichungen (I) substituirt, für die Vergröfserungszahl einer solchen dreifachen Linse

$$m = \frac{\alpha\alpha'\alpha''}{a'a''a'''} = \frac{h\alpha\alpha'}{a a' a''} = \frac{h}{a},$$

o wie für den Halbmesser der kleinsten Kugelabweichung

$$R = \frac{\mu m x^3}{4a^2 h}; \quad Z = \frac{\mu m x^3}{4a^2 h} \cdot \frac{3-8\nu}{27}.$$

etzt man ihn daher wieder gleich $\frac{1}{4g^3}$, so erhält man sofort

$$x = \frac{3h}{mg} \sqrt[3]{\frac{1}{(3-8\nu)\mu}}.$$

ür $h = 8$ Zoll, $g = 20$ Secunden und $\mu = 0{,}938$, $\nu = 0{,}233$ it daher

$$x = \frac{1{,}174}{m}$$

nd der Halbmesser K des Helligkeitsmafses

$$K = 20x' = 20x = \frac{23{,}5}{m}.$$

Dieses reicht hin zu zeigen, dafs man mit einer dreifachen Linse eine viel gröfsere Oeffnung und viel mehr Helligkeit des Bildes erhalten kann, als mit einer doppelten, und so könnte man dieselben Untersuchungen auch auf vier- und mehrfache Linsen ausdehnen.

III. Zusammengesetzte Mikroskope mit zwei Linsen.

Wir gehn nun zu denjenigen Mikroskopen über, die aus zwei oder mehreren, aber von einander durch beträchtliche Distanzen getrennten Linsen bestehn, zwischen welchen ein oder mehrere Bilder des Objectes statt haben.

Die älteste und wohl auch einfachste Art dieser Mikroskope besteht aus einem kleinen biconvexen Objective A, dessen Brennweite sehr klein ist, und aus einem gröfsern biconcaven Oculare B, so dafs daher dieses Mikroskop im Grunde ganz dem sogenannten Galilei'schen oder holländischen Fernrohre[1] ähnlich ist und auch die meisten Fehler desselben gemeinschaftlich hat. Die Distanz des Gegenstandes von dem Objective A wird etwas gröfser als die Brennweite des Ob- Fig. 293.

1 S. Art. *Fernrohr.* Bd. IV. S. 154.

jectivs angenommen, daher auf der andern Seite des Objectivs in einer beträchtlichen Entfernung von demselben ein reelles Bild entstehn würde. Allein ehe noch die Strahlen zur Gestaltung dieses Bildes sich vereinigen, werden sie von dem concaven Oculare B aufgefangen und dann, nach der Brechung durch dieses Ocular, in parallelen Richtungen in das Auge des Beobachters gebracht. Dadurch wird also der Gegenstand aufrecht gesehn, wie in dem Galilei'schen Fernrohr, aber, wie bei diesem, ist die Vergröfserung, das Gesichtsfeld und die Helligkeit des Bildes nur gering, wenn nicht das Mikroskop selbst von unmäfsiger Länge seyn soll. Auf die Entfernung der Abweichung wegen der Kugelgestalt und der Farbenzerstreuung kann ebenfalls keine Rücksicht genommen werden, so lange man sich blofs auf die erwähnten zwei Linsen beschränkt.

Ohne uns daher bei einem so unvollkommnen Instrumente länger aufzuhalten, wollen wir sogleich zu demjenigen zusammengesetzten Mikroskope übergehn, das gleich dem astronomischen oder Kepler'schen Fernrohre[1] aus zwei biconvexen Linsen besteht.

Fig. 293. Sey also wieder A das Objectiv, dessen Brennweite $AF = p$ ist, und B das Ocular, so wie O das Object in der Entfernung $OA = a$ von dem Objective. Da übereinstimmend mit der Zeichnung a etwas gröfser als p ist, so fällt das Bild des Objects O in den Punct G, wo $AG = \alpha$ die zweite Vereinigungsweite des Objectivs ist. Ist dann $BG = p'$ die Brennweite des Oculars, so fallen die von dem Bilde O kommenden Strahlen nach ihrer Brechung durch das Ocular B in unter sich parallelen Richtungen auf das Auge L.

Dieses vorausgesetzt geben die Gleichungen (I)

$$m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha}{a'} = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha}{p'}, \text{ und da } \frac{a}{p} = 1 + \frac{a}{\alpha} \text{ ist,}$$

$$p = \frac{mp' . a}{mp' + h} \text{ und } a = \left(1 + \frac{h}{mp'}\right) . p .$$

Da man bei zwei einfachen und getrennten convexen Linsen die Farbenzerstreuung, so wie die Kugelabweichung bekanntlich nicht wegbringen kann, so wird man, wenn man weiter keine Bedingung erfüllen will, von den vier Gröfsen a, p, p'

1 S. Art. *Fernrohr*. Bd. IV. S. 158.

und m drei derselben nach Willkür annehmen können und dann die vierte durch eine der vorhergehenden Gleichungen bestimmen. So könnte man z. B. die Vergröſserung m nach Belieben annehmen und einem solchen Mikroskope jede noch so starke Vergröſserung geben. Allein dann würde für eine stärkere Vergröſserung auch die Farbenzerstreuung, so wie die Abweichung wegen der Kugelgestalt endlich ins Unerträgliche wachsen und zugleich die Länge des Mikroskops so groſs werden, daſs es nicht weiter gebraucht werden könnte. Wir wollen daher umgekehrt diese Länge L des Mikroskops willkürlich, also im Allgemeinen zu bequemerem Gebrauche nur klein, annehmen und die Vergröſserung m suchen, welche ein solches Mikroskop für zwei gegebene Linsen, deren Brennweiten p und p' sind, haben würde.

Da die Länge des Mikroskops L immer $=\alpha + p'$ ist, so erhält man daraus und aus der Gleichung

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}$$

durch Elimination der Gröſse α

$$a = \frac{p\alpha}{L-(p+p')}$$

und daher für die Vergröſserung

$$m = \frac{h\alpha}{ap'} = h\left(\frac{L}{pp'} - \frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right).$$

Wäre z. B. $L = 5$ Zoll, $p = \frac{1}{2}$ und $p' = 1$ Zoll, so hätte man $m = 56$ für die stärkste Vergröſserung im Durchmesser, die man mit einem solchen 5 Zoll langen Mikroskope erreichen könnte.

Der Halbmesser des Gesichtsfelds, den wir oben durch φ bezeichnet haben, wird man aus der ersten der Gleichungen (II) oder aus

$$\varphi = \frac{p'w'}{\alpha + a'}$$

ableiten können. Da nämlich bereits

$$m = \frac{h\alpha}{ap'} \text{ oder } \alpha = \frac{amp'}{h}$$

gefunden wurde, so ist auch

$$\varphi = \frac{p'w'h}{amp' + p'h} \text{ oder } \varphi = \frac{hw'}{am + h}.$$

Bei Mikroskopen wird aber die Gröſse a oder die Entfernung

des Gegenstandes von dem Objective nicht leicht gröſser als $\frac{1}{2}$ Zoll angenommen, und die Werthe von w sind, wie bereits oben gesagt worden ist, alle eigentliche Brüche, die die Gröſse $\frac{1}{4}$ nicht wohl übersteigen. Nimmt man also $a = \frac{1}{2}$ und $w' = \frac{1}{8}$, so wie wieder $h = 8$ Zoll, so hat man durch die letzte Gleichung

$$\varphi = \frac{4}{16 + m}.$$

Wenn man diesen Winkel φ mit der ersten Vereinigungsweite a multiplicirt, so erhält man $a\varphi$ oder eigentlich a. Tang. φ, und da dieses der Werth des Halbmessers ϱ des Objects ist, den man durch das Mikroskop noch übersehn kann, so ist der eigentliche Halbmesser ϱ des Gesichtsfeldes

$$\varrho = a\varphi = \frac{2}{16 + m} \text{ Zoll.}$$

Für $m = 50$ ist daher die Hälfte des Gesichtsfeldes nahe $\frac{1}{33}$ Zoll. Setzt man für die kleinste Kugelabweichung die Werthe von λ gleich der Einheit, so hat man für die Halbmesser f und g des Objectivs den oben unmittelbar den Gleichungen (I) vorhergehenden Ausdrücken zufolge

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} \text{ und } \frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a},$$

oder da hier sehr nahe $a = p$, also auch $\alpha = \infty$ ist,

$$f = \frac{p}{\varrho} = 5{,}24\,p \text{ und } g = \frac{p}{\sigma} = 0{,}61\,p.$$

Das Ocular aber wird gewöhnlich gleichseitig gemacht und die Oeffnung desselben gleich der Hälfte seiner Brennweite p' genommen. Um endlich den Halbmesser x der Oeffnung des Objectivs zu bestimmen, setzen wir wieder annähernd $p = a$ und $\alpha = \infty$, so wie $\lambda = 1$, wodurch man aus der Gleichung (III) erhält

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 h p^2}$$

oder, wenn wir diesen Werth von R wieder gleich $\frac{1}{4 g^3}$ setzen,

$$x = \sqrt[3]{\frac{h p^2}{\mu m g}} = \sqrt[3]{\frac{1}{3753\,m}},$$

wo $h = 8$, $\mu = 0{,}938$; $p = \frac{1}{2}$ und $g = 20$ Secunden angenommen wurde.

Noch hat man für den Halbmesser K des Helligkeits-Maſses

$$K = 20\,x' = \frac{20\,h\,x}{a\,m} = 320\,\frac{x}{m} = \frac{320}{m\sqrt{3753\,m}}.$$

Für ein Mikroskop, das den Gegenstand im Durchmesser 50mal vergröſsert, oder für $m = 50$ ist daher der Halbmesser x der Oeffnung des Objectivs

$$x = \tfrac{1}{57}\ \text{Zoll}$$

und das Helligkeitsmaſs $K = \frac{1}{9}$,

oder, wenn man das Quadrat von K nimmt, so verhält sich die optische Klarheit des Mikroskops zur natürlichen Helle des Gegenstandes wie 1 zu 81, so daſs also diesen Mangel an Helligkeit durch Seitenspiegel zu ersetzen unumgänglich nothwendig wird; doch mag man bemerken, daſs man x und also auch K in der Ausübung beträchtlich gröſser oder, was dasselbe ist, g bedeutend kleiner annehmen kann, ohne dadurch einen für unser Gesicht noch sehr merkbaren Fehler zu erzeugen.

Ueberdieſs leidet ein solches, aus bloſs zwei convexen Linsen bestehendes Mikroskop noch an dem Gebrechen, daſs es für einen bequemen Gebrauch zu lang wird, weil a sehr nahe gleich p, also α sehr groſs wird. Diese zu groſse Länge des Instruments führt noch den Nachtheil mit sich, daſs es auch zugleich eine sehr bedeutende Farbenzerstreuung hat, wodurch das deutliche Sehen des Gegenstandes ungemein gehindert wird.

IV. Zusammengesetztes Mikroskop mit drei Linsen.

Man kann aber diesen Umständen gröſstentheils durch die schickliche Hinzufügung eines zweiten Oculars C zwischen dem Objective A und dem Bilde G abhelfen, wodurch zugleich das Gesichtfeld, wie wir bald sehn werden, vergröſsert wird. Man pflegt in der Künstlersprache dieses zweite Ocular das *Collectivglas* zu nennen, weil es die von dem Objective A kommenden Strahlen in einen engern Raum sammelt, indem es diesen Strahlen eine stärkere Convergenz gegen das erste Ocular B giebt.

Wendet man auf ein solches Instrument mit drei Linsen die Gleichungen (I) und (II) an, so hat man

$$\begin{cases} m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha \alpha'}{a' a''} \\ p' w' = (\alpha + a') \cdot \varphi \\ p'' w'' = \left(\frac{\alpha \alpha'}{a'} - a'' \right) \varphi + a'' w' \\ w' + w'' \cdot \frac{a''}{\alpha'} = 0 \end{cases}$$

In diesen Ausdrücken sind die Gröfsen a, α, α', a'' und w' sämmtlich ihrer Natur nach positiv; die Werthe von a' und w'' aber sind negativ und überdiefs ist $a'' = p''$ und die letzte Vereinigungsweite $\alpha'' = w$, damit die von dem Oculare B gebrochenen Strahlen parallel in das Auge L des Beobachters gelangen können.

Setzt man der Kürze wegen

$P = -\frac{\alpha}{a'}$ und $Q = \frac{\alpha'}{a''}$, $w'' = -w'$ und endlich $w' = \zeta w$,

so gehn die vier vorhergehenden Ausdrücke in folgende über,

$$\begin{cases} m = \frac{h}{a} . P Q \\ \frac{p' w \zeta}{a'} = -(P - 1) . \varphi \\ w = (PQ + 1) . \varphi - \zeta w \\ \zeta = \frac{1}{Q} . \end{cases}$$

Von diesen Gleichungen giebt sofort die dritte für das Gesichtsfeld

$$\varphi = \frac{(1 + \zeta) w}{PQ + 1}.$$

Damit also das Gesichtsfeld so grofs als möglich werde, mufs man $\zeta = 1$ annehmen. Dann ist aber auch $Q = 1$ und $\alpha' = a'' = p''$, so dafs man daher hat

$$m = \frac{h}{a} . P \text{ oder } P = \frac{m a}{h},$$

$$\varphi = \frac{2 w}{P + 1} \text{ und}$$

$$\frac{p'}{a'} = -\frac{2 (P - 1)}{P + 1}.$$

Wäre daher P eine bedeutend grofse Zahl, so ist nahe
= — 2 oder $a' = -\frac{1}{2} p'$. Nach der schon öfter ange-
en Fundamentalgleichung der Dioptrik hat man aber

$$\frac{1}{\alpha'} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{a'} \text{ oder } \alpha' = \frac{a' p'}{a' - p'}.$$

un $a' = -\frac{1}{2} p'$ und $\alpha' = p''$ ist, so hat man

$$p'' = \frac{1}{3} p'$$

diese Gleichung stimmt ganz mit der von den prakti-
Optikern angenommenen Vorschrift überein, nach wel-
für Mikroskope dieser Art die Brennweite p' des Col-
glases das Dreifache der Brennweite p'' des Oculars B
soll.

ind daher die beiden Brennweiten p und p' des Ob-
und der Collectivlinse gegeben, oder werden sie will-
angenommen, so läſst sich dann die ganze Einrichtung
solchen Mikroskops auf folgende Art bestimmen. Man
ämlich erstens für die Brennweite des Oculars $p'' = \frac{1}{3} p'$.
ens hat man, um den Werth der Gröſse a' zu bestim-
$a' = -\frac{1}{2} p'$ und $\alpha = -a' P = \frac{1}{2} p' P$, oder
$\frac{m a p'}{2 h}$, also auch $\frac{a}{\alpha} = \frac{2 h}{m p'}$, und überdieſs $\frac{a}{p} = 1 + \frac{a}{\alpha}$.
t auch drittens der Werth von

$$a = \frac{m p' + 2 h}{m p'} . p = p + \frac{2 h p}{m p'}.$$

ist der Abstand des Objectivs von der Collectivlinse
Gröſse $AC = a' + \alpha'$, das heiſst, es ist

$$AC = \frac{1}{2} \left(\frac{m a}{h} - 1 \right) . p'$$

nso hat man für den Abstand der Collectivlinse von
lare

$$BC = \alpha' + a'' = 2 p'' = \frac{2}{3} p'.$$

t der Winkel φ des Gesichtsfeldes

$$\varphi = \frac{2 w}{P + 1} = \frac{2 w h}{m a + h},$$

er die Hälfte des Gegenstandes, den man mit dem
pe übersehn kann, wenn $w = \frac{1}{4}$ gesetzt wird,

$$\varrho = a \varphi = \frac{2 w . a h}{m a + h} = \frac{a h}{2 (m a + h)} \text{ Zoll.}$$

wird man den Oeffnungshalbmesser und die Krüm-

mungsradien des Objectivs, ganz wie bei der letzten Construction, bestimmen, wenn man, was hier ohne merklichen Fehler geschehn kann, die auf die beiden letzten Linsen B und C sich beziehenden Gröfsen, wegen ihres sehr grofsen Divisors α, ganz aus der Rechnung läfst, wodurch man erhält

$$x = \frac{p}{g} \sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}} \text{ und } K = 20\,x = \frac{20\,p\,h}{g\,m\,a} \sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}}.$$

Wenden wir auf diese Ausdrücke ein Beispiel an, für welche die beiden äufsersten Brennweiten p und p'' jede gleich einem halben Zoll seyn sollen, während wir für die Vergröfserung im Durchmesser $m = 100$, also in der Fläche $m^2 = 10000$ annehmen wollen. Diese Voraussetzungen geben sofort

$$a = \frac{156}{300} = 0{,}553 \text{ Zoll},$$

$$AC = 4{,}44,$$

$$BC = 1{,}00,$$

und für den Oeffnungshalbmesser hat man

$$x = \frac{1}{2g} \sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}} = \frac{0{,}268}{g},$$

so wie für das Mafs der Helligkeit

$$K = 20\,x' = \frac{20\,h\,x}{m\,a} = \frac{0{,}775}{g}.$$

Nimmt man also, wie zuvor, $g = 20$ Secunden, so wird

$$x = \frac{1}{80} \text{ Zoll und } K = \frac{1}{25}.$$

Für $g = 10$ Secunden, was immer noch sehr annehmbar ist, hat man $x = \frac{1}{40} = 0{,}025$ Zoll und $K = 0{,}08$ und dessen Quadrat $K^2 = 0{,}0064$.

V. Zusammengesetztes Mikroskop mit vier Linsen.

Da durch zwei Oculare, wie man so eben gesehn hat, schon manche Vortheile erhalten werden, so wird es nicht unangemessen seyn, auch die Construction eines Mikroskops mit drei Ocularen oder überhaupt mit vier Linsen hier noch kürzlich etwas näher zu betrachten.

Bei den von Dollond verfertigten Mikroskopen dieser Art

at blofs ein einziges Bild und dieses zwar zwischen dem
sten und zweiten Oculare statt; demnach werden die Ver-
nigungsweiten a, α, α', a'' und a''' positiv, a' und α'' aber
gativ seyn, und überdiefs wird man haben $a''' = p'''$ und
$= \infty$. Nehmen wir zugleich die Bruchfactoren $w' = w$
d $w'' = - w$ und endlich $w''' = w$ an und setzen wir
r Kürze wegen

$$P = -\frac{\alpha}{a'},\; Q = \frac{\alpha'}{a''} \text{ und } R = -\frac{\alpha''}{a'''}.$$

ses vorausgesetzt gehn die obigen Gleichungen (I) und (II)
lgende über

$$m = \frac{h}{a} . PQR;\; \varphi = \frac{3w}{PQR + 1},$$

$$\frac{w'}{a'} = -(P-1)\varphi;\; -\frac{p''w}{a''} = -(PQ+1).\varphi + w$$

$$w - \frac{w}{Q} - \frac{w}{QR} = 0,$$

sich die letzte dieser Gleichungen bekanntlich auf die Auf-
ng der Farbenzerstreuung an der Grenze der Bilder des
nstandes bezieht[1]. Für die zweite und letzte dieser fünf
hungen kann man auch setzen

$$\varphi = \frac{3hw}{ma + h} \text{ und } 1 - \frac{1}{Q} - \frac{1}{QR} = 0.$$

man also die Gröfsen m, a, α und w als gegeben an-
so sind die sechs noch übrigen a', α', a'', α'', a''' und φ
hen. Da aber nur fünf Gleichungen zwischen diesen
n statt haben, so kann man eine der sechs letzten will-
i annehmen, so dafs daher unsere Aufgabe eine unbe-
e ist und unzählig viele Auflösungen zuläfst. Am vor-
ftesten für die Ausübung wird es wohl seyn, besonders
gen Auflösungen zu vermeiden, welche eine zu kleine
reite den Linsen geben, da die Künstler solche Linsen
ehr mit der erforderlichen Genauigkeit verfertigen können.
mmt man, wie auch Euler und nach ihm Klügel
hat, die Gröfse $R = \frac{1}{2}$ an, so giebt die letzte unserer
ngen $Q = 3$ und die erste $P = \frac{2am}{3h}$, so wie die

---

[1] ergl. Littrow Dioptrik. S. 193.

zweite $\varphi = \frac{6w}{3P+2}$. Substituirt man dann diesen Werth von φ in der dritten und vierten jener Gleichungen, so hat man

$$\frac{p'}{a'} = -\frac{6(P-1)}{3P+2} \text{ und } \frac{p''}{a''} = \frac{6(3P+1)}{3P+2} - 1.$$

Ist daher P eine sehr grofse oder a' eine sehr kleine Zahl, so hat man annähernd $\frac{p'}{a'} = -2$ und $\frac{p''}{a''} = 5$.

Nimmt man diese letzten Werthe von $\frac{p'}{a'}$ und $\frac{p''}{a''}$ an, was immer ohne Nachtheil geschehn kann, indem dadurch bloß das Gesichtsfeld φ etwas weniges verkleinert wird, wenn nämlich P nicht gar zu grofs ist, und setzt man $w' = \frac{1}{4}$, so lassen sich dann alle übrige Dimensionen des Mikroskops durch die einzige Gröfse p' ausdrücken. Man hat nämlich erstens die Gröfse a' durch

$$a' = -\tfrac{1}{2}\, p'.$$

Da aber allgemein $\frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'}$ ist, so ist auch zweitens die Gröfse α' durch

$$\alpha' = \tfrac{1}{3}\, p'$$

gegeben. Ebenso erhält man drittens die Gröfse a'' aus

$$Q = \frac{\alpha'}{a''} = 3$$

oder

$$a'' = \tfrac{1}{9}\, p'$$

und endlich wird man für die noch übrigen Gröfsen haben

$$p'' = \frac{5}{9} p', \; \alpha'' = -\frac{5}{36}\, p'$$

und

$$a''' = -\frac{\alpha''}{R} = \frac{5}{18}\, p' = p'''.$$

Daraus folgen zugleich die Distanzen der vier Linsen von einander. Es ist nämlich, von dem Objective angefangen, das die Linse I heifsen soll,

die Distanz I von II $= \alpha + a' = \frac{1}{2}(P-1)\,p'$,
II von III $= \alpha' + a'' = \frac{4}{9}\, p'$,
III von IV $= \alpha'' + a''' = \frac{5}{36}\, p'$.

Der Halbmesser des Gesichtsfeldes dieses Mikroskops aber ist

$$a\varphi = \frac{3ahw}{ma+h} = \frac{3ah}{4(ma+h)}.$$

e für einen besondern Fall $p = 12$ Linien; $m = 50$;
: 10 Linien, so ist $p' = 36$ und $p'' = 20$. Setzt man al-
ieder die natürliche Sehweite $h = 8$ Zoll $= 96$ Linien,
t man $a = 13{,}92$ und $P = \frac{1392}{288} = 4{,}833$ und daher
ie Distanzen der Linsen

I von II	69,0	Linien
II von III	16,0	
III von IV	5,0	
	3,3	
Summa	93,3	

s daher die ganze Länge des Mikroskops 93,3 Lin. = 7
,3 Linien betragen wird, der Halbmesser des Gesichts-
desselben ist $a\varphi = 1{,}28$ Linien und die halbe Oeff-
des Objectivs

$$x = \frac{p}{g}\sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}} = \frac{6{,}33}{g} \text{ Linien.}$$

= 10 Secunden ist $x = 0{,}63$ Linien, also beträchtlich
, als bei den vorhergehenden Mikroskopen von drei
und das Maſs der Klarheit ist

$$K = \frac{20hx}{ma} = \frac{1{,}46}{g},$$

man für $g = 10$ erhält $K = 0{,}146$ oder $K^2 = 0{,}021$,
h K^2 nahe viermal gröſser, als bei den Mikrosko-
i drei Linsen. Ueberdieſs vereinigt diese letzte An-
der Linsen noch den Vortheil, daſs dabei auf die
ng der Farbenzerstreuung Rücksicht genommen wor-

Vorhergehende wird genügen, von dem Verfahren Re-
ft zu geben, welches man bei der Brechung der Mi-
zu beobachten pflegt, so lange man die Objective
als einfache Linsen betrachtet. Ohne Zweifel wer-
auch hier Doppellinsen der Objective von verschie-
asarten (Kron- und Flintglas oder Glas und Edel-
ieselben wesentlichen Verbesserungen der Mikroskope
ren, die sie schon bei den achromatischen Fernröhren
ihrt haben. Bei diesen doppelten und sehr mehrfa-

chen Objectivlinsen wird nämlich nicht nur die Abweichung wegen der Kugelgestalt der Linsen, sondern auch die Farbenzerstreuung derselben vollkommen weggebracht werden, wodurch die Güte und Brauchbarkeit eines Mikroskops in so hohem Grade, wie bei den Fernröhren, befördert werden muſs. Diese Farbenzerstreuung hat man früher bloſs durch eine zweckmäſsige Stellung der Oculare zu erreichen gesucht, wie wir davon in unserm letzten Beispiele eine Anwendung gesehn haben. Allein es ist viel sicherer und es ist selbst nothwendig die Farbenzerstreuung des Doppelobjectivs selbst durch seine eigenen Linsen wegzuschaffen, die Abweichung wegen der Kugelgestalt aber haben die meisten Künstler bei den Objectiven der Mikroskope gröſstentheils völlig vernachlässigt oder doch nur durch eine Art von Tatonnement auf sie Rücksicht genommen. Auch sind bei so kleinen und stark gekrümmten Linsen die Vorschriften der Theorie nicht leicht, auch nur mit einiger Präcision, von den Künstlern auszuführen. Man findet die Theorie dieser Doppelobjective für Mikroskope in dem dritten Bande der Dioptrik von EULER und in der analytischen Dioptrik von KLÜGEL weiter entwickelt. Aber alle diese analytischen Ausdrücke und gelehrten Formeln, die dort und selbst früher schon in den Werken von D'ALEMBERT, CLAIRAUT u. A. zur genauern Construction der Fernröhre sowohl, als auch der Mikroskope mitgetheilt worden sind, haben bisher den meisten unserer sogenannten optischen Künstler nur sehr wenig Nutzen gebracht, nicht weil diese Formeln nicht zweckmäſsig, ja selbst nothwendig zur wahren Verbesserung jener Instrumente sind, sondern weil sie von unsern Künstlern weder beachtet noch auch verstanden werden. Ihre Sache ist es nicht, diese Formeln nachzurechnen oder auch nur in ihrer Ausübung sich nach ihnen zu richten, sondern sie begnügen sich mit Probiren, Versuchen und Hin- und Hertappen, bis sie endlich zufällig finden, was sie suchen. Und dieses gilt nicht bloſs von den meisten unserer deutschen Optiker, sondern auch von den englischen, des hohen Rufes ungeachtet, in welchem sie so lange sich zu erhalten gewuſst haben. *All these formulae* sagt HERSCHEL[1] in seiner Anrede an die Akad. d. Wiss. zu London im J. 1821, *All these formulae, requiring a me*

---

1 Philosoph. Trans. for the Year 821.

xtensive share of algebraical knowledge, than can be ex-ected in a practical optician, are thrown aside by him in espair, and the best and most successful artists are content work their glasses by trial or by empirical rules. Wenn zuweilen ein rationeller Künstler sich an diese Formeln agte, um ein Fernrohr darnach zu construiren, so mifslang ewöhnlich der Versuch und das Mifstrauen gegen die Theoe ward dadurch nur noch vermehrt. So mufste selbst Repold[1] gestehn, dafs die von ihm nach Klügel's Theorie gechliffenen Gläser gar keine Wirkung hatten, und dafs er endch genöthigt war, mechanisch die Krümmungen zu finden, ach welchen die englischen Gläser geschliffen sind, wo dann lles sofort viel besser von statten ging. Diese Abneigung egen die Theorie, ohne welche sich doch die wahre Vollenung dieses wichtigen Gegenstandes kaum denken läfst, ging ei manchen blofs empirischen Köpfen so weit, dafs sie diese Theorie sogar für schädlich und für die eigentliche Ursache les bisherigen geringen Erfolges dieser Kunst auf dem Festande ausgeschrien haben. „Soviel ist gewifs," sagt ein andeer, selbst praktisch ausgezeichneter Künstler[2], „dafs John Dollond in wenigen Jahren und durch die blofse Praxis Fernröhre zu Stande gebracht hat, wozu Franzosen und Deutsche seit jener Zeit (ihrer theoretischen Untersuchungen ungeachtet) nicht gekommen sind, und dafs z. B. bei den Dollond'schen Fernröhren der Achromatismus lange nicht gänzlich weggebracht ist, während sie doch gar trefflich zeigen; dafs also diese Trefflichkeit irgend wo anders ihren Grund haben müsse, als in der durch die Theorie vorgeschriebenen genauen Wegbringung der Farben, indem bei den französischen Fernröhren die heterogenen gefärbten Strahlen oft sehr genau zusammenfallen, während ihre Fernröhre selbst doch nicht viel taugen." Solche Aeufserungen, so viel Erfahrunen und subjective Ueberzeugungen ihnen auch zum Grunde iegen mögen, sollten doch als gemeinschädlich zurückgehalen werden, da sie bei dem gröfsten Theile der Leser nur achtheilig auf den Fortgang der Kunst wirken können und a jeder Angriff nicht gegen Mängel der Theorie, sondern

1 Gilb. Ann. 1810.
2 Ebend. Heft IX.

gegen Theorie selbst, der Natur der Sache nach, stets nur den Angreifer zurückfallen muſs.

Für Leser, welche den vorhergehenden analytischen W nicht verfolgen, aber doch sich einen anschaulichen Begriff der Wirkung eines Mikroskops machen wollen, wird fol Darstellung nicht ungeeignet erscheinen. Zu diesem Zw wollen wir zuerst als Ergänzung des Artikels *Linsen* die einfachsten Erscheinungen durch Linsen in Kürze näher betrachten.

VI. Allgemeine Erscheinungen durch ei fache Linsen.

Fig. 294. u. 295. Sey für irgend eine Linse p die Brennweite, a die fernung des Objects und α die Entfernung des Bildes Objects von dem Mittelpuncte der Linse, b die Grö Objects und endlich β die Gröſse des Bildes. Sey a eine biconvexe Linse und für eine biconcave Linse C Mittelpunct und $Cp = p$ die Brennweite derselben; a der auf der Axe $aC\alpha$ der Linse senkrecht stehende Ha ser oder die sogenannte Gröſse des Gegenstandes, und $\alpha\beta = \beta$ der Halbmesser oder die Gröſse des Bildes; $Ca = a$ die Entfernung des Objects und $C\alpha = \alpha$ die nung des Bildes von dem Mittelpuncte C der Linse.

Wenn man von diesen fünf Gröſsen p, a, α, b drei kennt, so kann man die beiden andern immer e durch eine sehr leichte Rechnung oder auch durch eine einfache Zeichnung finden.

Man hat nämlich zuerst die schon oben[2] erklärte mentalformel der Dioptrik

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}$$

und dann giebt die Aehnlichkeit der beiden rechtw Dreiecke Cab und $C\alpha\beta$ sofort den einfachen Ausdruc

$$\frac{b}{a} = \frac{\beta}{\alpha}.$$

---

1 S. oben S. 377.

2 S. Art. *Linsenglas*. S. 382.

)a gewöhnlich die Entfernung α und die Gröſse β des Biles die zwei gesuchten Gröſsen sind, so gehn die zwei aufestellten Gleichungen in folgende über:

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{a\,p}{a - p} \\ \text{nd} \\ \beta &= \frac{b\,p}{a - p} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (IV)$$

Diese Gleichungen (IV) gelten unmittelbar für biconvexe insen; sie sind aber auch für biconcave Linsen anwendbar, enn man nur in ihnen die Brennweite p negativ setzt. Diese leichungen geben also die Entfernung α und die Gröſse β es Bildes, wenn die drei Gröſsen a, b und p gegeben sind, nd sie zeigen zugleich, ob das Bild verkehrt oder aufrecht eht.

Man kann aber auch die Berechnung dieser höchst einıchen Gleichungen ganz übergehn und die Entfernung und röſse des Bildes auf folgende Art durch die bloſse Zeichung von zwei oder drei geraden Linien finden.

Ist nämlich die Entfernung $C\alpha = a$ und die Gröſse ab es Gegenstandes und die Brennweite $Cp = p$ gegeben, so iehe man durch den höchsten Punct b des Gegenstandes eine erade bc parallel mit der Axe aC der Linse. Da aber alle iit der Axe parallel einfallenden Strahlen von der Linse in en Brennpunct gebrochen und daselbst vereinigt werden, so vird der Lichtstrahl bc durch die Linse nach der Richtung er Geraden cp, die durch den Brennpunct geht, gebrochen verden. Man ziehe daher auch die Gerade cp und verlänere sie, wenn nöthig, auch unter die Axe aCp der Linse.)a ferner alle durch die Mitte C einer Linse gehenden Strahen von derselben nicht gebrochen werden, sondern in ihrer ühern Richtung fortgehn, so ziehe man durch denselben unct b auch die Gerade bC und verlängere, wenn nöthig, uch sie, bis sie die vorige Gerade cp irgendwo in dem uncte β schneidet. Wir kennen sonach zwei Strahlen bc nd bC, die beide von dem höchsten Puncte b des Gegenandes kommen und die, nach ihrem Durchgange durch die inse, die Richtung $cp\beta$ und $C\beta$ haben und sich in dem uncte β schneiden. Da nun das Bild des Punctes b in dem)urchschnittspuncte aller der Strahlen liegt, in welchen die

von b auf die Linse fallenden Strahlen nach ihrer Brechung vereinigt werden, d. h. in demjenigen Puncte β, in welchem sich, wie wir gesehn haben, bereits zwei dieser Strahlen in der That vereinigen, so wird auch β der Ort für das gesuchte Bild des höchsten Punctes b des Gegenstandes seyn, und da endlich das Bild eines auf der Linsenaxe senkrechten Gegenstandes ebenfalls senkrecht auf dieser Axe stehn mufs, so wird man nur durch den gefundenen Punct β eine senkrechte Gerade $\beta\alpha$ auf die Axe der Linse ziehn, und dann wird $\alpha\beta = \beta$ die gesuchte Gröfse und $C\alpha = \alpha$ die gesuchte Entfernung des Bildes von der Mitte der Linse seyn.

Man wird daher, um das ganze Bild des Gegenstandes seiner Lage und Gröfse nach zu finden, blofs von dem höchsten Puncte b desselben zuerst die Linie bC ziehn, die ungebrochen durch die Linse geht, und dann noch die mit der Axe Ca parallele Linie bc hinzufügen, die nach ihrer Brechung durch den Brennpunct p der Linse geht, so wird der Durchschnitt der beiden Linien $bC\beta$ und $cp\beta$ das gesuchte Bild des höchsten Puncts b des Gegenstandes seyn.

Man wird sich nämlich dabei vorstellen, dafs alle von dem höchsten Puncte b auf die Linse fallenden Lichtstrahlen, die daher die ganze Linse gleichsam bedecken, nach ihrer Brechung sich in dem Puncte β vereinigen, und dafs ebenso auch alle von dem untersten Puncte a des Gegenstandes auf die Linse fallenden und dieselbe wieder ganz bedeckenden Strahlen nach ihrer Brechung sich sämmtlich in dem andern Endpuncte α des Bildes vereinigen, und dafs endlich auch dasselbe von jedem andern Puncte des Gegenstandes, der zwischen a und b fällt, gilt, indem auch die sämmtlichen Strahlen dieses Punctes, nach ihrer Brechung, sich wieder in einem einzigen Puncte der Linie $\alpha\beta$, der zwischen α und β fällt, vereinigen und hier das Bild von jenem Puncte des Gegenstandes ganz auf dieselbe Art geben, wie α das Bild von a und wie β das Bild von b giebt.

Man sieht aus dieser einfachen Darstellung, dafs man durch die Zeichnung dieser drei Linien nicht nur die Entfernung und die Gröfse, sondern auch zugleich die verkehrte Lage oder die aufrechte des Bildes und zugleich die Stellung desselben gegen die Linse erhält, ob nämlich das Bild auf die entgegengesetzte oder auf dieselbe Seite fällt, wo der Gegenstand steht

Ganz ebenso, wie aus dieser Zeichnung, lassen sich aber ıch die sämmtlichen Erscheinungen, welche diese Linsen arbieten, mit Hülfe der beiden einfachen Gleichungen (IV) arstellen.

Für eine biconvexe Linse ist nämlich die Brennweite p ls eine positive Gröſse zu betrachten, so wie auch die Entrnung a für alle Linsen als positiv angesehn werden muſs.)ie Gröſse α aber wird positiv oder negativ seyn, wenn das ild auf die andere oder auf dieselbe Seite mit dem Gegenande fällt. Die Gröſse b ist, so lange man einen über der ıxe stehenden Gegenstand betrachtet, ebenfalls bei allen Linen positiv; die Gröſse β aber wird für biconvexe Linsen ositiv oder negativ seyn, wenn das Bild unter oder über die ıxe fällt.

So lange nun $a > p$ ist, so sind auch nach den Gleichunen (IV) die Gröſsen α und β positiv oder das Bild fällt auf ie hintere Seite der Linse, wo der Gegenstand nicht ist, und st zugleich verkehrt. Nimmt dann die Gröſse a allmälig ab oder rückt der Gegenstand der Linse näher), so nimmt α nd β zu oder das Bild entfernt sich auf der Rückseite der inse von derselben und wird immer gröſser. Wird dann ei einer weitern Abnahme diese Gröſse a endlich gleich p, oder steht der Gegenstand in der Brennweite der Linse), so st α und β unendlich groſs (oder die Strahlen gehen nach hrer Brechung durch die Linse immer divergirend fort und önnen daher kein Bild mehr machen). Nimmt a noch weier ab, so daſs also $a < p$ ist (oder steht der Gegenstand inerhalb der Brennweite der Linse), so wird α und β negativ und das Bild steht aufrecht und zwar auf der Vorderseite der Linse, wo auch das Object steht, und je weiter a noch abnimmt, desto kleiner werden auch diese negativen α ınd β, bis endlich für $a = 0$ die Gröſsen α gänzlich verchwindet und $\beta = - b$ wird. Hätte man endlich die urprüngliche Gröſse von a nicht abnehmen, sondern immer mehr wachsen lassen (hätte man den Gegenstand immer mehr von der Linse entfernt), so würde auch, wie dieselben Gleichungen zeigen, die Gröſse α dem Werthe von p und die Gröſse β dem Werthe von Null immer näher kommen, bis endlich, für $a = \infty$, die Gröſse $\alpha = p$ wird, so daſs für einen unendlich entfernten, das heiſst, für einen solchen Gegenstand,

dessen Strahlen mit der Axe parallel auf die Linse fallen, das Bild dieses Gegenstandes in dem Brennpuncte der Linse stehn wird, wie bekannt.

Ganz ebenso wird man nun auch für eine biconcave Linse verfahren. Nimmt man nämlich auch hier die Gröfsen a und p immer positiv, und setzt man die Gröfse α negativ oder positiv, wenn das Bild auf dieselbe oder auf die entgegengesetzte Seite mit dem Gegenstande fällt, und endlich die Gröfse β negativ oder positiv, wenn das Bild aufrecht oder verkehrt auf der Axe steht, so hat man für solche Linsen die beiden Gleichungen

$$\alpha = - \frac{a p}{a + p}$$

und

$$\beta = - \frac{b p}{a + p}.$$

Die blofse Ansicht dieser Ausdrücke zeigt schon, dafs für biconcave Linsen die beiden Gröfsen α und β immer nur negative Werthe haben und dafs α nie gröfser als p werden kann, dafs also das Bild immer aufrecht und immer zwischen den Puncten C und p stehen mufs. Für $a = \infty$ ist $\alpha = - p$; nimmt dann a allmälig ab, so wird auch α immer kleiner; für $a = p$ ist $\alpha = - \frac{1}{2} p$; nimmt a noch weiter ab, so wird auch α noch kleiner als $- \frac{1}{2} p$, und endlich ist für $a = 0$ auch $\alpha = 0$. Bei biconcaven Linsen ist daher das stets aufrechte Bild immer auf derselben Seite mit dem Gegenstande und zwar immer in dem Raume zwischen der Linse und dem Brennpuncte derselben, und überdiefs in der von der Linse entfernteren Hälfte dieses Raumes, so lange $a > p$, und in der der Linse nächsten Hälfte der Brennweite, so lange $a < p$ ist.

Nach diesen Betrachtungen ist es nun leicht, die Erscheinungen bei Mikroskopen auch ohne Rechnung zu erklären. Wenn nämlich bei dem einfachen Mikroskope der Gegenstand a b in den Brennpunct p einer biconvexen Linse A B gebracht wird, so gehn die Strahlen p B, a B, b B durch den Mittelpunct B der Linse ungebrochen durch, und alle übrige Strahlen, welche z. B. von dem Puncte a auffallen, werden mit a B a′, so wie die von b auffallenden mit b B b′ parallel gebrochen. Das Auge in O erhält demnach von allen Puncten des Gegenstandes a b nur Parallelstrahlen, durch welche

Fig. 296.

es daher diesen Gegenstand deutlich sieht, wenn es anders nicht zu kurzsichtig ist. Auch sieht es den Punct a nach α und ebenso den Punct b nach β hin, also den Gegenstand aufrecht. Was die Vergröſserung betrifft, so erscheint der Gegenstand ab unter dem Winkel $\alpha O \beta$, welcher dem Winkel a B b oder demjenigen Sehwinkel gleich ist, unter welchem ab von dem bloſsen Auge, wenn es in B an der Stelle des Glases stände, gesehn werden würde. Man sieht also in diesem Falle den Körper nur ebenso groſs, als ihn das bloſse Auge an der Stelle des Glases sehn würde, und wenn man daher, wie bei den Fernröhren, unter dem Worte *Vergröſserung* das Verhältniſs der Winkel $\alpha O \beta$ und a O b verstände, so erhielte man, in diesem Sinne des Wortes, bei dem einfachen Mikroskope eigentlich gar keine Vergröſserung. In der That könnte man auch, ohne alle Hülfe eines Instruments, den Gegenstand nur immer näher an das Auge rücken, um ihn zugleich immer gröſser zu sehn. Allein unser Auge ist so eingerichtet, daſs es die kleinsten Theile eines Gegenstandes nur in einer bestimmten Entfernung vom Auge, die wir oben zu 8 Zoll angenommen haben, deutlich sieht. Rückt man daher den Gegenstand näher an das Auge, so wird er allerdings auch gröſser, aber auch zugleich immer undeutlicher erscheinen, so daſs man ihn am Ende gar nicht mehr erkennen kann. Setzt man aber die biconvexe Linse A A' an die Stelle B des Auges, so hat dieses die Folge, daſs nun das Auge in O den Gegenstand unter ebendemselben groſsen Sehwinkel a B b oder $\alpha O \beta$, aber auch zugleich ganz deutlich sieht. Das Auge sieht jetzt den Gegenstand so groſs, als ob er nur in der kleinen Entfernung p B vor dem Auge wäre, da man ihn doch, mit dem bloſsen Auge, nur in der Entfernung von 8 Zollen deutlich sehn würde, die viel gröſser ist als p B, wenn anders, wie hier vorausgesetzt wird, die Brennweite B p der Linse sehr klein ist. Da sich nun kleine Sehwinkel umgekehrt wie die Abstände des Gegenstandes von dem Auge verhalten, so verhält sich auch die scheinbare Gröſse, die das Mikroskop zeigt, zu der des bloſsen Auges, wie 8 Zoll zu der Brennweite B p der Linse, oder die Vergröſserung m des Gegenstandes durch das Mikroskop ist

$$m = \frac{8}{p} \text{ Zoll},$$

wenn p die Brennweite der Linse in Theilen von Zollen ausgedrückt ist, übereinstimmend mit dem oben Gesagten. Das Gesichtsfeld hat dabei einen scheinbaren Halbmesser φ, der dem der Oeffnung der Linse $\alpha O \beta$ gleich ist. Da aber der Winkel $\alpha O \beta$ desto gröſser wird, je näher das Auge an die Linse tritt, so wird auch desto mehr von dem Gegenstande übersehn, je näher das Auge an der Linse steht. Wenn aber der Gegenstand nicht genau in dem Brennpuncte p, sondern etwas weniges *vor* oder *hinter* demselben liegt, so erhält das Auge, nach dem Vorhergehenden, nicht mehr parallele, sondern etwas divergirende oder convergirende Strahlen. Da nun Kurzsichtige nur dann gut sehn, wenn die in ihr Auge tretenden Strahlen etwas divergiren, so müssen sie die Gegenstände etwas näher an die Linse bringen, um das Bild derselben deutlich zu sehn, wie dieses auch bei den Fernröhren der Fall ist. Bringt man aber umgekehrt den Gegenstand in eine etwas gröſsere Entfernung, als die Brennweite beträgt, vor die Linse, so treten die Strahlen convergirend in das Auge und man sieht den Gegenstand noch gröſser, als zuvor, aber zugleich auch minder deutlich.

Um uns auf eine ähnliche Art auf die Wirkung des zusammengesetzten Mikroskops deutlich zu machen, sey a b der Gegenstand, A A das Objectiv und B B das Ocular. Die Brennweite des Objectivs falle in den Punct p, zwischen das Objectiv und den Gegenstand a b, doch sehr nahe bei dem letztern. Sey, wie zuvor, A a oder A b gleich a, wo also a die Entfernung des Gegenstandes von dem Mittelpuncte des Objectivs bezeichnet, und $Ac' = \alpha$ die Entfernung des Bildes $\alpha\beta$ von dem Objectiv, und endlich $ab = 2b$ der Durchmesser, also b der Halbmesser des Gegenstandes. Da der Gegenstand auſser der Brennweite des Objectivs steht, so wird das Bild $\alpha\beta$ auf die andere Seite des Objectivs fallen, eine verkehrte Lage und einen Abstand $Ac' = \alpha$ haben, der viel gröſser als a ist, und der Halbmesser $\alpha c' = \beta c'$ dieses Bildes wird gleich $\frac{b \cdot \alpha}{a}$, also ebenfalls viel gröſser, als der Halbmesser b des Gegenstandes seyn. Bis hierher ist alles wie bei dem einfachen Mikroskope. Wollte man dabei stehn bleiben, so könnte man das Bild $\alpha\beta$ mit einer in c' befindlichen, mattgeschliffenen Glasplatte auffangen und dann dasselbe mit dem

Fig. 297.

blofsen Auge betrachten. Allein die Vergröfserung wird sich offenbar dadurch noch weiter treiben lassen, wenn man das Auge mit einer biconvexen Linse BB bewaffnet, durch welche man dieses Luftbild $\alpha\beta$ betrachtet. Sey P der Brennpunct dieser Ocularlinse BB und werde diese Linse so gestellt, dafs jenes Bild $\alpha\beta$ zwischen diese Linse und ihren Brennpunct P fällt, so wird, nach dem Vorhergehenden, ein zweites Bild $\alpha'\beta'$ entstehn, das ebenfalls eine verkehrte Lage hat, aber noch gröfser, als das erste Bild seyn wird. Zum bequemen Gebrauche wird man beide Linsen AA und BB in eine Röhre fassen, die sich durch Verschieben ihrer Theile verlängern oder verkürzen läfst; dieses Rohr pflegt man in seinem Innern zu schwärzen, um das in schiefer Richtung auf die innern Wände des Rohrs auffallenden Strahlen zu absorbiren, da diese Strahlen nur das deutliche Sehen stören würden. Ebenso werden in dem Innern dieses Rohrs Ringe (die man Blendungen oder Diaphragmen heifst) angebracht, welche die erwähnten schiefen Strahlen noch mehr aufzuhalten bestimmt sind, wie dieses auch bekanntlich bei den Fernröhren der Fall ist, so dafs man also diese beiden Gattungen von optischen Instrumenten als wahre finstere Zimmer[1] ansehn kann, deren Inneres sehr klein und deren Feld sehr beschränkt ist.

Die Vergröfserung eines solchen aus zwei Linsen zusammengesetzten Mikroskops ist, wie bei einer einfachen Linse, gleich dem Verhältnifs des absoluten Halbmessers $\frac{1}{2}\alpha'\beta'$ des letzten Bildes zu dem Halbmesser $\frac{1}{2}ab$ des Gegenstandes, diese Vergröfserung wächst also, bei übrigens gleichen Umständen, wenn die Brennweiten der beiden Linsen abnehmen, denn wird z. B. die Brennweite Ap des Objectivs kleiner, so mufs, für einen gleichen Abstand a des Gegenstandes von dem Objective, das erste Bild $\alpha\beta$ gröfser werden, und wird ebenso die Brennweite CP des Oculars BB kleiner, so nimmt die Vergröfserung des zweiten Bildes $\alpha'\beta'$, für dieselbe Sehweite des deutlichen Sehens, nothwendig zu. Man dürfte daher, bei einem solchen Mikroskope, nur immer zwei Linsen mit kleinern Brennweiten nehmen, um die Vergröfserung so weit zu treiben, als man will. Allein auch hier sind diesem Weitergehen, wie oben bei dem einfachen Mikroskope, bestimmte Grenzen gesetzt, die man nicht überschreiten darf, ohne da-

1 Vergl. Art. *Camera obscura*. Bd. II. S. 30.

für andere Uebel zu erzeugen, die auf das deutliche Sehen des Gegenstandes, das doch bei allen Mikroskopen die Hauptsache ist, einen sehr schädlichen Einfluſs ausüben. Die Objectivlinse A A darf nämlich nicht von einer zu kleinen Kugel genommen werden, weil erstens die Künstler solche Linsen nicht mehr mit der hierzu erforderlichen Präcision darstellen können, weil zweitens die zu starke Krümmung solcher Kugeln, selbst wenn sie genau sphärisch sind, eigene Fehler erzeugt, und weil endlich so kleine Objectivöffnungen auch nur sehr wenig Licht aufnehmen können und daher das zu sehende Bild immer sehr dunkel lassen. Noch weniger kann man aber die Ocularlinse B B von einer gar zu kleinen Brennweite machen. Da nämlich die Oberfläche der Objectivlinse im Allgemeinen nur sehr klein ist, so kann von jedem Puncte des Gegenstandes a b nur ein sehr schmales Lichtbündel auf das Objectiv fallen, so daſs, wenn dieses sich in einem Puncte des Bildes $\alpha\beta$ concentrirt hat und von da gegen das Ocular B B zu geht, derselbe keineswegs das ganze Ocular zu bedecken vermag, sondern die Oberfläche desselben nur in einem kleinen Theile trifft. Wird daher dieses Ocular sehr verkleinert, so werden viele von jenen Lichtbündeln ganz auſser dem Oculare fallen und sonach für das Auge völlig verloren gehn. Mit andern Worten, das Sehfeld oder das Gesichtsfeld des Instruments wird durch die äuſsersten Strahlen bestimmt, die noch auf den Rand des Oculars fallen können, und je kleiner dieser kreisförmige Rand, d. h. je kleiner das Ocular selbst ist, desto kleiner wird auch das Gesichtsfeld oder der Raum seyn, den man durch das Mikroskop mit einem Blicke übersehn kann. Ja gewöhnlich ist das eigentliche Gesichtsfeld des Instruments noch kleiner, als es durch diese auf den Rand des Oculars fallenden Strahlen bestimmt wird. Diese Randstrahlen sind nämlich, wegen der sphärischen Gestalt aller Linsen, mehrern Unregelmäſsigkeiten unterworfen, die das Bild undeutlich machen und die daher durch die oben erwähnten Blendungen ganz abgehalten werden, so daſs also das Gesichtsfeld durch die letzte, dem Oculare B B nächste Blendung bestimmt wird, deren Oeffnung gewöhnlich noch bedeutend kleiner, als die der Ocularlinse selbst ist. Stellen a A α und b A β die Axen der beiden äuſsersten Lichtbündel vor, so ist der scheinbare Gesichtswinkel φ

des Mikroskops gleich dem Winkel $aAb = \alpha A \beta$. Nennt man daher $D = AB$ den Abstand der beiden Linsen und $BC = r$ den Halbmesser des Oculars, beide z. B. in Zollen ausgedrückt, so hat man

$$\text{Tang.}\, \varphi = \frac{r}{D},$$

woraus man den Werth von φ für jedes r und D leicht findet. Noch mufs bemerkt werden, dafs es nicht gleichgültig ist, wo das Auge des Beobachters steht. Will derselbe nämlich das ganze Feld φ des Mikroskops mit einem Blicke übersehn, so mufs das Auge offenbar in demjenigen Puncte O der gemeinschaftlichen Axe der beiden Linsen stehen, in welchem die äufsersten, von den Endpuncten α' und β' des letzten Bildes kommenden Strahlen $\alpha'O$ und $\beta'O$, so wie überhaupt alle von diesem Bilde $\alpha'\beta'$ kommende Strahlenbüschel sich durchkreuzen. Dazu wird demnach erfordert, dafs das Auge O in derjenigen Entfernung von dem letzten Bilde stehn mufs, welches der natürlichen Sehweite $h = 8$ Zoll des Auges entspricht. Da jeder Beobachter, je nachdem er kurz- oder weitsichtig ist, seinen individuellen Werth von h hat, der oft selbst einige Zoll gröfser oder kleiner als 8 Zoll seyn kann, so wird er entweder die Distanz D der beiden Linsen oder die Entfernung des Objectivs A A von dem Gegenstande ab, seinem Auge gemäfs, etwas verändern müssen, wodurch zugleich das Sehfeld φ des Mikroskops und seine Vergröfserungszahl m ebenfalls geändert werden. Zu diesem Zwecke sind an jedem wohl eingerichteten Mikroskope zweierlei Vorrichtungen angebracht, durch deren eine man den Gegenstand dem Oculare näher bringen oder davon entfernen kann, während man durch die andere das Ocular von dem Objective mehr oder weniger entfernt. Wenn also das Auge des Beobachters in dem erwähnten Puncte O steht, so wird es das ganze eigentliche Gesichtsfeld des Instruments selbst dann noch übersehn, wenn die Pupille des Auges nur ein untheilbarer Punct wäre. Allein dann würde es auch, sobald es sich von dem Puncte O auch nur um die geringste Gröfse seitwärts entfernt, keine Strahlen von dem Gegenstande mehr erhalten und daher gar nichts mehr von demselben sehn. Allein der Durchmesser der Pupille des menschlichen Auges ist nicht unendlich klein, sondern er variirt zwischen den beiden Grenzen

von 0,06 und 0,10 eines Zolles, und so geschieht es, d
das Auge auch dann noch das ganze Feld des Mikrosk
übersieht, wenn es auch nicht genau in dem ihm oben ang
wiesenen Puncte O steht.

Wir haben bereits oben die Nachtheile angeführt, welch
ein solches Mikroskop, das blofs aus zwei einfachen Lins
besteht, ausgesetzt ist, und gesehn, dafs man denselben w
nigstens gröfstentheils durch Hinzufügung eines zweiten od
auch wohl mehrerer Oculare abhelfen kann. Die vorzüglich
Unvollkommenheit, unter welcher jene Mikroskope mit zw
Linsen leiden, ist die verschiedene Brechung der farbig
Strahlen, die verursacht, dafs die durch solche Instrument
gesehenen Gegenstände, besonders an ihren Rändern, mit all
Farben des Regenbogens spielen, wodurch die Deutlichk
des Sehens nothwendig sehr gestört wird. Betrachten wir
demnach diejenigen Modificationen, welche die Hinzufügung
einer zweiten Ocularlinse DD in den bisherigen Erscheinun-
gen eines Mikroskops hervorbringt. Man pflegt dieses zweit
Ocular das Collectivglas zu nennen, weil es in der That be-
stimmt ist, die durch das Objectiv AA gebrochenen Strahlen
in einem engern Raume zu sammeln, und diese Collectivlinse
wird entweder zwischen die zwei Bilder $\alpha\beta$ und $\alpha'\beta'$ und das
Objectiv gestellt, oder zwischen diese Bilder und das Ocular
BB. Jene Einrichtung nennt man die des CAMPANI, während
diese, von ihrem Erfinder, die RAMSDEN'sche heifst.

Fig. 298. u. 299.

Durch dieses Sammeln der Strahlen in einem engern Rau-
me wird das Bild schon an sich in schärferen Umrissen er-
scheinen und dadurch zugleich einen gröfsern Theil des Ge-
genstandes dem Auge sichtbar machen oder es wird das Ge-
sichtsfeld des Mikroskops vergröfsern. Zwei wichtige Vor-
theile, die allein schon hinreichend wären, die Zweckmäfsig-
keit der Hinzufügung einer solchen dritten Linse zu rechtferti-
gen. Allein einen noch viel gröfsern Vortheil gewährt ein
solches Collectivglas, wenn es an die gehörige Stelle gebracht
wird, dadurch, dafs es die oben erwähnte Farbenzerstreuung,
wenn auch nicht gänzlich, doch in ihren schädlichsten Thei-
len aufhebt. Wenn die durch eine oder mehrere Linsen ge-
brochenen Lichtstrahlen in irgend einem Puncte um die Axe
ein Bild erzeugen, so entsteht eigentlich immer eine Menge
von Bildern, deren jedes seine eigene Farbe und Gröfse hat,

Fig. 300.

ıd die dicht hinter einander stehn. Die rothen Strahlen z. B., e unter allen am wenigsten gebrochen werden, machen das ld Rr, die orangefarbenen das Bild Oo, die grünen das Bild g und die violetten endlich das Bild Vv, und das letzte ird das gröſste, so wie das erste oder das rothe das klein- e von allen diesen Bildern seyn. Das Auge in O wird also, ı diese Bilder eine verschiedene Entfernung vom Auge ha- en nur eines derselben, das vorderste, gut sehen, wenn das- elbe in der Sehweite h des Auges steht, und wenn die ächstfolgenden Bilder durch dieses erste nicht durchschim- nerten, so würde das Auge alle Gegenstände in einem röth- ichen Lichte erblicken. Ueberdieſs werden aber auch die ntferntern Bilder, als die gröſsern, über das rothe an den eiden Endpuncten des letzten hervorragen und dieses wird ur Folge haben, daſs der Rand aller Gegenstände mit einem regenbogenartigen Saume von verschiedenen Farben eingefaſst erscheint, was der Deutlichkeit des Sehens noch mehr hinder- lich ist. Es wäre daher ein Mittel sehr willkommen, die Grö- ſsen dieser Bilder so zu ordnen, daſs sie ihren Entfernungen vom Auge O genau proportional wären, wie dieses z. B. in der Zeichnung ausgedrückt ist, wo das Auge in O die End- puncte aller jener Bilder auf einer und derselben geraden Li- nie OV oder Ov sehen würde, so daſs also jene gefärbten Ränder des Bildes ganz verschwinden. Dieses Mittel, an des- sen Möglichkeit NEWTON bekanntlich verzweifelte, giebt uns jenes Collectivglas an die Hand. Die beiden Zeichnungen werden durch die in denselben gezogenen, die Lichtstrahlen nach ihren Brechungen darstellenden Linien einen allgemei- nen Begriff von der Einrichtung dieser *Doppeloculare* geben, die man seit ihrer Erfindung bei allen bessern Fernröhren und Mikroskopen vorzugsweise anwendet. Dabei ist $\alpha\beta$ das ei- gentliche Bild des Gegenstandes, das allein zur Wirklichkeit kommt, während die andern $\alpha'\beta'$ und $\alpha''\ \beta''$ bloſs zur Er- läuterung der Erscheinung dienen. Man bemerkt ohne be- sondere Erinnerung, wodurch sich die beiden Zeichnungen vorzüglich unterscheiden. In der ersten stehn nämlich die beiden Bilder $\alpha\beta$ und $\alpha'\ \beta'$ zwischen dem Ocular und der Collectivlinse oder, wie man sich kürzer auszudrücken pflegt, *zwischen* den beiden Ocularen, während diese Bilder in der zweiten *auſser* diesen zwei Ocularen stehen. Dieser Unter-

Fig. 301.

Fig. 298. u. 299.

schied ist aber, in Beziehung auf den Gebrauch des so eingerichteten Instruments, von grofser Wichtigkeit, und da die eigentliche Theorie, wenigstens der zweiten und vorzüglichsten Einrichtung, so viel mir bekannt, noch in keinem Werke gegeben worden ist, so wird es hier nicht unzweckmäfsig erscheinen, diesen Gegenstand näher zu betrachten, der für die Construction der Fernröhre sowohl, als auch der Mikroskope sehr interessant ist.

VII. Theorie der Doppeloculare.

Nennt man wieder, um die schon oben gebrauchten Bezeichnungen beizubehalten, a und α die beiden zusammengehörenden Vereinigungsweiten der ersten Linse oder des Objectivs des Fernrohrs oder des Mikroskops, welches Objectiv ich hier bereits als ein doppeltes oder als ein von den beiden Abweichungen der Kugelgestalt und der Farbenzerstreuung befreites Linsenglas voraussetze. Die Brennweite desselben sey p, der Oeffnungshalbmesser z und zwischen diesen beiden Gröfsen bestehe, wie zuvor, das Verhältnifs $z = p w$. Für die zweite und dritte Linse oder für die beiden Oculare wollen wir alle jene Gröfsen durch einen und durch zwei Striche bezeichnen. Ueberdiefs sey m die Vergröfserungszahl des Instruments und φ der scheinbare Halbmesser seines Gesichtsfeldes.

Dieses vorausgesetzt hat man aus den ersten optischen Gründen[1] die bekannten Gleichungen

$$m = \frac{\alpha \alpha'}{a a'},\ p' w' = (a' + \alpha)\varphi,$$

$$w'' - w' = (m - 1)\varphi \text{ und } \frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'},$$

auf welchen die ganze Theorie der hier in Rede stehenden Doppeloculare beruht, insofern die Farbenzerstreuung, auf die wir weiter unten Rücksicht nehmen wollen, als nicht bestehend angesehn wird. Da übrigens bei diesen Instrumenten sowohl die auf das Objectiv, als auch die am Ende aller Brechungen auf das Ocular fallenden Strahlen unter sich parallel seyn sollen, so ist in den vorhergehenden Ausdrücken $\alpha = p$

1 Vergl. Art. *Linsenglas* a. a. O.

nd $a'' = p''$. Endlich ist auch, da wir zwischen diesen drei
.insen des Instruments nur ein einziges wahres Bild voraus-
etzen, die Vergröſserungszahl m negativ oder, mit andern
Vorten, das Bild steht verkehrt.

Um diesen Gleichungen eine zu unserem Zwecke beque-
nere Gestalt zu geben, wollen wir $w'' = \Theta w'$ und $a' = k.\alpha'$
annehmen, wodurch man erhält

$$\left.\begin{array}{l} = \frac{p}{k p''},\ p' = -\frac{p}{h}(\Theta - 1), \\ = -\frac{p}{h}(\Theta - 1)(k+1) \text{ und } \alpha' = -\frac{p(\Theta-1)(k+1)}{hk} \end{array}\right\} \ldots (A)$$

vo der Kürze wegen $h = \Theta - m + (\Theta - 1)k$ gesetzt wor-
en ist.

Kennt man so die Gröſsen a', α' und p'', so ist auch die
Distanz Δ des Objectivs von dem Collective und die Distanz
Δ' des Collectivs von dem Oculare gegeben, da man hat

$$\Delta = \alpha + a' \text{ und } \Delta' = \alpha' + a'',$$

o daſs also seyn wird

$$\Delta = -\frac{p}{h}(m - 1)$$

nd

$$\Delta' = \frac{p}{mhk}\Big[\Theta - m + (\Theta - 1)\,[(1 - m)k - m]\Big],$$

velche Gröſsen Δ, Δ' ihrer Natur nach positiv seyn sollen, so
vie auch $w' > (1+k)\frac{z}{p}$ und $w'' > \frac{kz}{p}$ genommen werden muſs.
Noch hat man für die Entfernung des Auges hinter der drit-
en Linse oder hinter dem eigentlichen Oculare den Ausdruck

$$\frac{p w''}{m . \varphi}.$$

Das Vorhergehende zeigt, daſs die Aufgabe der Bestimmung
ines Doppeloculars unendlich viele Auflösungen zuläſst, da,
elbst wenn man auch alle die drei Linsen, wie hier vor-
usgesetzt wird, convex oder die Werthe von p, p' und
'' positiv annehmen wollte, doch die beiden Gröſsen Θ und
. der Willkür überlassen bleiben. Allein diese Willkür ist,
vie wir sogleich sehn werden, durch die Natur des Problems
vieder sehr beschränkt und man darf nicht für Θ und k jeden
eliebigen Werth annehmen. Setzt man z. B. voraus, daſs

das Gesichtsfeld des Instruments, alles übrige gleich genommen, so grofs als möglich seyn soll, was allerdings eine der Hauptforderungen ist, die man an jedes gute Fernrohr oder Mikroskop machen soll, so wird man $w'' = -w'$, das heifst $\Theta = -1$ setzen, und dadurch ist also der eine Werth der beiden willkürlichen Gröfsen Θ und k schon bestimmt, so dafs demnach die vorigen Gleichungen in die folgenden übergehn:

$$\left.\begin{array}{l} m = \frac{p}{k p''},\ \ p' = \frac{2p}{h}\ . \\[2ex] a' = \frac{2p}{h}(k+1),\ \ \alpha' = \frac{2p(k+1)}{hk}, \\[2ex] \Delta = -\frac{p}{h}(m-1) \text{ und } \Delta' = \frac{p}{hkm}(m-1)(2k+1) \end{array}\right\} \ldots (I)$$

in welchen wieder $h = -1 - m - 2k$ vorausgesetzt ist.

Da überdiefs bereits oben $w' > (1+k)\frac{z}{p}$ war und da bei allen guten Instrumenten, wie ebenfalls früher schon bemerkt worden ist, der Werth von w' höchstens gleich $\frac{1}{4}$ und $\frac{z}{p}$ nahe gleich 0,05 ist, so zeigt der letzte Werth von w', dafs $k < 4$ seyn mufs, so wie auch aus der Gleichung $m = \frac{p}{kp''}$ folgt, dafs k eine negative Gröfse ist. Allein der vorhergehende Ausdruck für die immer positive Gröfse Δ' zeigt, dafs auch der Werth von $(2k+1)$ immer negativ seyn mufs, und daraus folgt, dafs man die Gröfse k immer zwischen den beiden Grenzen $k = -\frac{1}{2}$ und $k = -4$ annehmen mufs.

Allein schon die vorhergehende Bemerkung, dafs k immer eine negative Zahl ist, ohne übrigens auf die Grenzen zu sehen, zwischen welchen sie eingeschlossen ist, führt schon auf einen sehr wesentlichen Umstand, nämlich auf eine Eintheilung dieser Doppeloculare in zwei Classen, deren jede, da sie unter sich in ihrer Einrichtung gänzlich verschieden sind, abgesondert betrachtet werden mufs. Es ist nämlich angenommen worden

$$k = \frac{a'}{\alpha'},$$

und demnach, da k negativ ist, entweder 1) die Gröfse a' po-

sitiv und a' negativ, oder II) umgekehrt die Gröfse a' positiv und dagegen α' negativ. In diesem Falle II aber fällt das einzige Bild, welches durch diese drei Linsen hervorgebracht wird, zwischen die beiden ersten Linsen oder zwischen das Objectiv und die Collectivlinse, in dem Falle I aber zwischen die beiden Oculare. Betrachten wir jeden dieser beiden Fälle näher.

I. Erste Classe von Doppelocularen.

In dieser Classe fällt also das wahre Bild zwischen die beiden letzten Linsen oder zwischen das Ocular und das Collectiv und es ist $\Theta = -1$, α' positiv und a' negativ. Diese Classe ist es, welche oben unter der Benennung des CAMPANI'schen Oculars vorgekommen ist. Fig. 298.

Nimmt man die Vergröfserungszahl m bedeutend grofs an gegen k, wie dieses bei allen bessern optischen Instrumenten der Fall ist, so kann man h = — m, also auch

$$a' = -\frac{2p}{m}(k+1) \text{ und } \Delta = -\frac{p}{km}(2k+1)$$

setzen, woraus folgt, dafs das negative k gröfser als die Einheit seyn mufs und dafs daher der oben noch ganz willkürliche Werth von k zwischen — 1 und — 4 fällt. Jede Annahme von k zwischen diesen beiden Grenzen bildet daher gleichsam eine *neue Art* von Doppelocularen dieser ersten Classe. Wir wollen nur einige derselben betrachten.

Erste Art. Sey $k = -\frac{1}{2}$, so geben die Gleichungen (I) sofort

$$p' = -\frac{2p}{m-2},\ p'' = -\frac{2p}{3m},$$

$$\Delta = \frac{p(m-1)}{m-2},\ \Delta' = -\frac{4p(m-1)}{3m(m-2)},$$

$$a' = \frac{p}{m-2},\quad \alpha' = -\frac{2p}{3(m-2)}.$$

Zweite Art. Sey $k = -\frac{(3m+1)}{2(m+1)}$, so geben die Gleichungen (I)

$$p' = -\frac{2p(m+1)}{m(m-1)},\ p'' = -\frac{2p(m+1)}{m(3m+1)},$$

$$\varDelta = \frac{p}{m}(m+1), \quad \varDelta' = -\frac{4p}{m}\cdot\frac{m+1}{3m+1},$$

$$a' = \frac{p}{m}, \quad \alpha' = -\frac{2p}{m}\cdot\frac{m+1}{3m+1}.$$

Ganz dieselben Ausdrücke findet auch PRECHTL[1], die übrigens schon von KLÜGEL[2] als sehr zweckmäfsig angegeben werden. Da in ihnen $\alpha' = p''$ ist, so fällt das wahre Bild des Gegenstandes genau in die Mitte zwischen die beiden Oculare, also an die vortheilhafteste Stelle. Je näher überhaupt k an $-\frac{1}{2}$ genommen wird, desto näher fällt das Bild gegen die Mitte der beiden Linsen, und je näher k an -1 genommen wird, desto näher fällt das Bild an das eigentliche Ocular, welcher letzte Fall vermieden werden soll, weil sonst der Staub, der auf diesem Oculare liegt, oder die Streifen, welche in seiner Masse sind, sichtbar werden und störend auf das Deutlichsehn einwirken. Der Halbmesser des Gesichtsfeldes ist

$$\varphi = \frac{2w'}{m-1},$$

also auch, wenn man, wie gewöhnlich, $w' = \frac{1}{4}$ nimmt,

$$\varphi = \frac{1719}{m-1} \text{ Minuten.}$$

Uebrigens bemerkt man von selbst, dafs, wenn die Vergröfserungszahl m beträchtlich ist, diese beiden Arten nahe identisch werden.

Für ein besonderes Beispiel sey $k = -1{,}6$, $m = -30$ und $p = 60$ Zoll, so wie $z' = 0{,}93$ gegeben, so findet man durch die Gleichungen (I) für die Construction eines solchen Doppeloculars der ersten Classe, wenn alles in Zollen ausgedrückt wird,

$$p' = 3{,}73; \quad p'' = 1{,}25;$$
$$\varDelta = 57{,}76; \quad \varDelta' = 2{,}65.$$

Ferner ist $w' = \frac{z'}{p'} = \frac{1}{4} = -w''$, also auch der Oeffnungshalbmesser des Oculars $z'' = p''w' = 0{,}31$ und das halbe Gesichtsfeld

1 Dessen praktische Dioptrik. Wien 1828. 8. S. 187.

2 Analytische Dioptrik. Leipz. 1778. 4.

$$\varphi = \frac{1719}{31} = 55{,}4 \text{ Minuten.}$$

ese Einrichtung stimmt sehr nahe mit jener überein, die
ollond, Ramsden, Fraunhofer und Plössl ihren Dop-
loculareu dieser ersten Classe gegeben haben.

Für ein letztes Beispiel nehmen wir für eine schwache
rgröfserung $m = 10$ die Gröfse $k = -1{,}6$; $p = 25$ und
$= 1{,}15$ an, so geben die Gleichungen (1)

$$p' = 4{,}10; \quad p'' = 1{,}56;$$
$$\Delta = 22{,}54; \quad \Delta' = 3{,}10 \text{ Zoll.}$$

rner ist $w' = \frac{z'}{p'} = 0{,}286$ und $z'' = p'' w'' = p'' w' = 0{,}45$,
wie das halbe Gesichtsfeld

$$\varphi = 178{,}8 \text{ Min.} = 2 \text{ Gr. } 58{,}8 \text{ Min.},$$

d diese Einrichtung stimmt wieder sehr nahe mit derjeni-
n überein, die Fraunhofer seinen Nachtfernröhren oder
n sogenannten Kometensuchern gegeben hat.

Wir gehen nun zur

II. zweiten Classe der Doppeloculare

er, für welche das Bild des Gegenstandes zwischen das Ob-
tiv und die Collectivlinse fällt, d. h. für welche α' negativ
d a' positiv ist, wobei die Gröfse Θ wieder ihren alten
erth $\Theta = -1$ beibehält. Diese Classe von Ocularen sucht
an vergebens in Euler's, Klügel's und anderer Optiker
hriften. Der Erste aber, der ihrer in praktischer Beziehung
dacht hat, ist Ramsden[1], auf welche Mittheilung wir spä-
r wieder zurückkommen werden.

Nimmt man in den Gleichungen (A) den Werth von m
deutend grofs an, so hat man

$$a' = -\frac{2p}{m}(k+1) \text{ und } \Delta' = -\frac{p}{km}(2k+1).$$

a nun a' und Δ' ihrer Natur nach positiv, m und k aber
gativ seyn sollen, so zeigt die erste dieser Gleichungen,
fs $k < -1$, und die zweite, dafs $k > -\frac{1}{2}$ ist, so dafs
so k zwischen die zwei Grenzen $-\frac{1}{2}$ und -1 fallen
ufs.

1 Philosoph. Trans. 1783. p. 94.

Erste Art. Sey also k das Mittel jener beiden Gre
werthe oder sey $k = -\frac{3}{4}$, so hat man für die Construc
eines solchen Oculars

$$p' = -\frac{4p}{2m-1};\quad p'' = -\frac{4p}{3m};$$

$$\varDelta = \frac{2p(m-1)}{2m-1};\quad \varDelta' = -\frac{4p(m-1)}{3m(2m-1)};$$

$$a' = -\frac{p}{2m-1};\quad \alpha' = \frac{4p}{3(2m-1)}.$$

Man wird aber bemerken, dafs, den vorhergehenden
drücken zufolge, das Bild desto näher an die Collectiv
fällt, je näher k der Grenze — 1 genommen wird. Sey
her in der

zweiten Art $k = -\frac{10}{11}$, so ist

$$p' = \frac{22p}{9-11m};\ p'' = \frac{11p}{10m};$$

$$\varDelta = -\frac{11p(m-1)}{9-11m};\quad \varDelta' = \frac{99p(m-1)}{10m(9-11m)}$$

$$a' = \frac{2p}{9-11m} \text{ und } \alpha' = -\frac{22p}{10(9-11m)}.$$

Ist z. B. für ein besonderes Exempel $k = -\frac{10}{11}$; p =
$m = -30$ und $z' = 0{,}973$, so erhält man, in Zolle
gedrückt,

$$p' = 3{,}89;\ p'' = 2{,}21;\ \varDelta = 60{,}36;\ \varDelta' = 1{,}81;$$

$w' = \frac{z'}{p'} = \frac{1}{4}$; $z'' = p''w' = 0{,}55$ und für das halbe Gesic

$$\varphi = \frac{2w'}{1-m},$$

oder eigentlich, wenn man das halbe Gesichtsfeld in M
des Bogens ausdrücken will,

$$\varphi = \frac{3438(2w')}{1-m} = 55{,}4 \text{ Minuten.}$$

Ebenso findet man für $k = -\frac{10}{11}$; $p = 60$; m =
und $z' = 0{,}298$ die folgenden Werthe: $p' = 1{,}19$; p'' =
$\varDelta = 60{,}28$; $\varDelta' = 0{,}42$; $w' = \frac{1}{4}$; $z'' = 0{,}19$ und φ =
nuten. Beide Beispiele stimmen sehr nahe mit der
tung überein, die Fraunhofer seinen Ocularen bei de
ridiankreisen und Passageninstrumenten gegeben hat.

Nimmt man die Zahl m sehr grofs, wie dieses bei den so en erwähnten Fernröhren der Fall ist, so gehen die Glei- ungen (I) in folgende über:

$$p' = -\frac{2p}{m},\ p'' = \frac{p}{km},\ \Delta = -p,$$

$$\Delta' = -\frac{p(1+2k)}{km},\ a' = -\frac{2p}{m}(1+k) = \alpha'.k,$$

d wenn man in diesen Ausdrücken für ein besonderes Ex- ıpel $k = -\frac{9}{10}$ setzt, so ist

$$p' = -\frac{2p}{m};\ p'' = -\frac{10p}{9m};\ \Delta' = -\frac{8p}{9m};$$

$$a' = -\frac{p}{5m} \text{ und } \alpha' = \frac{2p}{9m},$$

ıd diese letzte Anordnung schlägt Prechtl in seiner oben wähnten Schrift zur Ausführung als geeignet vor.

Alein in allem Vorhergehenden würde, wie man sieht, ıf die *Farbenzerstreuung*, die durch eben diese zwei Ocu- re entsteht, keine Rücksicht genommen, denn diejenige Zer- reuung, die von dem Objective selbst entsteht, konnten wir it Recht übergehn, da wir schon vorausgesetzt haben, dafs ısselbe ein aus Kron- und Flintglas achromatisch zusammen- :setztes ist. Dessenungeachtet, da die bisher entwickelten ɔrmeln, wie wir gesehn haben, schon so nahe mit denjeni- :n Doppelocularen übereinstimmen, welche uns die besten ɔglischen und deutschen Künstler geliefert haben, so dürfte an wohl annehmen, dafs diese Farbenzerstreuung der beiden culare nicht eben sehr störend auf den Gebrauch derselben nwirken könne. Aber immer wird es, wenn anders diese erücksichtigung nicht etwa andere Hindernisse erzeugen sollte, ıne Zweifel gut seyn, auch auf sie noch Acht zu haben, und ınach ist es zur Vervollständigung dieses Gegenstandes noch ıgemessen, die zweckmäfsigste Einrichtung dieser ebenfalls hromatischen Doppeloculare näher zu untersuchen.

Achromatische Doppeloculare.

Die vorhergehenden Gleichungen (A) geben sofort

$$\frac{p''}{\alpha'} = \frac{[\Theta - m + (\Theta - 1)k]}{m(1-\Theta)(1+k)},$$

wo wieder $k = \frac{a'}{\alpha'}$ und $\Theta = \frac{w''}{w'}$ angenommen wird. Die Vernichtung des farbigen Randes (am Ende von Abschn. VI.) des Bildes aber, von dem wir bereits oben geredet haben, wird nach bekannten optischen Grundsätzen durch die einfache Gleichung gegeben:

$$0 = w' + \frac{p'' w''}{\alpha'} \text{ oder } \frac{p''}{\alpha'} = -\frac{1}{\Theta}.$$

Setzt man daher diese beiden Werthe von $\frac{p''}{\alpha'}$ einander gleich, so erhält man

$$\frac{\Theta - m + (\Theta - 1)k}{m(\Theta - 1)(k + 1)} = \frac{1}{\Theta} \text{ oder } k = \frac{2m\Theta - \Theta^2 - m}{(\Theta - 1)(\Theta - m)},$$

und durch diese Gleichung, die also den vorhergehenden Gleichungen (A) noch hinzugefügt werden mufs, wird zugleich die früher willkürliche Gröfse k vollkommen bestimmt oder gegeben seyn. Substituirt man also diesen Werth von k in den Gleichungen (A), so wird man zur Bestimmung der achromatischen Doppeloculare folgende Gleichungen haben:

$$\left.\begin{aligned} p' &= \frac{p(1-\Theta)(\Theta - m)}{m(m-1)};\; p'' = \frac{p(1-\Theta)(\Theta - m)}{m(\Theta^2 - 2m\Theta + m)}; \\ \Delta &= \frac{p}{m}(m - \Theta);\; \Delta' = \frac{p(\Theta - 1)^2(\Theta - m)}{m(\Theta^2 - 2m\Theta + m)}; \\ a' &= -\frac{p\Theta}{m} \text{ und } \alpha' = \frac{p\Theta(1-\Theta)(m-\Theta)}{m(\Theta^2 - 2m\Theta + m)} \end{aligned}\right\} \ldots (B)$$

Zur näheren Discussion dieser Ausdrücke müssen wir offenbar auch hier, wie oben, zwei Classen dieser Oculare unterscheiden.

I. Erste Classe der achromatischen Doppeloculare.

In dieser Classe ist a' negativ und α' positiv oder das Bild fällt zwischen das Ocular und das Collectivglas. Da hier die unbestimmte Gröfse k nicht mehr vorkommt, so mufs die Eintheilung nach Classen durch den Werth der Gröfse Θ bestimmt werden.

Für grofse Werthe von m ist

$$\alpha' = -\frac{p\Theta(\Theta-1)}{m(1-2\Theta)},$$

nd da α' positiv ist, so fällt Θ zwischen 0 und $-\infty$. Alein so weit von einander entfernte Grenzen können hier nicht ugelassen werden, denn ist w' die gröſste der beiden Gröen w' und w'', so soll immer $w'' < w'$ oder doch höchstens $w'' = w'$ seyn, oder die Grenzen, zwischen welche Θ fällt, nüssen $\Theta = 0$ und $\Theta = -1$ seyn.

Erste Art. Sey $\Theta = -1$, so hat man durch Hülfe der leichungen (II)

$$p' = \frac{2p(1+m)}{m(1-m)};\ p'' = -\frac{2p(1+m)}{m(1+3m)};$$

$$\Delta = \frac{p}{m}(1+m);\ \Delta' = -\frac{4p(1+m)}{m(1+3m)};$$

$$a' = \frac{p}{m};\ \alpha' = -\frac{2p(1+m)}{m(1+3m)},$$

vo m eine an sich negative Gröſse und zugleich $\alpha' = p''$ und $\Delta' = 2p''$ ist und wo man wieder hat

$$\varphi = \frac{(\Theta-1)w'}{m-1} = -\frac{2w'}{m-1}.$$

Es ist merkwürdig, daſs diese Ausdrücke durchaus mit enen identisch sind, die wir schon oben für die erste Art der rsten Classe der noch chromatischen Doppeloculare erhalten aben, so daſs also durch die bloſse Stellung des Bildes in der Mitte zwischen beiden Ocularen die Farbenlosigkeit des Bildes von selbst schon erreicht wird.

Ist für einen besondern Fall $\Theta = -1$, $p = 70$,
$m = -100$ und $z' = 0{,}3$,

so erhält man

$$p' = 1{,}37;\ p'' = 0{,}46;\ \Delta = 69{,}3;\ \Delta' = 0{,}93;\ z'' = 0{,}10$$

und

$$\varphi = 6876\frac{w'}{m-1} = 17{,}3 \text{ Minuten, wenn } w' = \tfrac{1}{4} \text{ ist.}$$

Andere Werthe von Θ zwischen 0 und -1 geben sämmtlich ein kleineres Gesichtsfeld und $\Theta = 0$ giebt

$$\varphi = \frac{3438w'}{m-1},$$

also nur die Hälfte des Vorhergehenden.

II. Zweite Classe der achromatischen Doppeloculare.

In dieser Classe ist a' positiv und α' negativ und das Bild fällt zwischen das Objectiv und die Collectivlinse. Da α' negativ ist, so ist auch die Gröfse

$$\frac{\Theta(\Theta-1)}{1-2\Theta}$$

negativ, und da Θ nie gröfser als die Einheit seyn soll, so mufs, für unsern Fall, der Werth von Θ zwischen 0 und $+\frac{1}{2}$ fallen.

Bei der Rücksicht auf die Farbenzerstreuung ist daher für die Oculare der zweiten Classe der für die Gröfse des Gesichtsfeldes

$$\varphi = \frac{(\Theta-1)\,w'}{m-1}$$

günstigste Fall, oder $\Theta = -1$, ganz *unmöglich*, d. h. wenn man bei diesen Ocularen den farbigen Rand wegbringen will, so kann dieses *nur auf Kosten des Gesichtsfeldes* geschehn. Selbst die Gröfse $\Theta = \frac{1}{2}$ führt schon auf unmögliche Resultate, da dann $\alpha' = \frac{\Theta(\Theta-1)}{1-2\Theta}$ unendlich grofs wird, während es doch einen negativen Werth haben soll. Je näher man übrigens die Gröfse Θ an der einen ihrer Grenzen $\Theta = 0$ nimmt, desto gröfser wird das Gesichtsfeld φ, aber auch für $\Theta = 0$ selbst ist erst

$$\varphi = -\frac{w'}{m-1},$$

also nur die Hälfte von dem der ersten Classe.

Erste Art. $\Theta = +\frac{1}{4}$ giebt nach den Gleichungen (II) für gröfsere Werthe von m

$$p' = -\frac{3p}{4m};\ p'' = -\frac{3p}{2m};\ \Delta = p;\ \Delta' = -\frac{9p}{8m};\ a' = -\frac{p}{4m}$$

und

$$\alpha' = \frac{3p}{8m},$$

und überdiefs

$$\varphi = -\frac{3w'}{4(m-1)},$$

also φ nur gleich $\frac{3}{4}$ des Gesichtsfeldes der ersten Classe, und

erdiefs p' kleiner als p'' oder die Brennweite des Collectivs
einer als die des Oculars. Allein solche Doppeloculare hat
ch keiner der bessern Optiker auch nur versucht, und wie
r sehn, so verdienten sie es auch nicht, da sie den vor-
rgehenden weit nachstehn.

Was ist aber daraus für die Ausübung zu schliefsen?
afs man bei den Doppelocularen auf diejenigen, welche das
ld *aufser* den beiden Linsen haben, ganz verzichten soll?
ann würde man aber eines grofsen und sehr schätzbaren Vor-
gs entbehren, den diese Oculare der zweiten Classe für
ernröhre sowohl als auch für Mikroskope gewähren. Allein
enn man die Farbenzerstreuung nicht berücksichtigt, so ha-
en wir oben gesehn, dafs sich dann diese zweite Classe
cht wohl ausführen läfst und dafs auch für sie das Ge-
chtsfeld

$$\varphi = \frac{2\,w'}{1 - m}$$

och immer so grofs ist, als man es unter den gegebenen
Umständen nur wünschen kann, dafs auch Fraunhofer bei
einen Mittagsfernröhren sie in der That ausgeführt und dafs man
e bisher als die besten beibehalten hat. Also mufs wohl die
arbenzerstreuung so gering seyn, dafs man sie ohne merkli-
he Fehler gänzlich vernachlässigen kann. Und so ist es auch,
vie die Erfahrung gezeigt hat und wie man auch leicht durch
ie Analyse zeigen kann.

Das Resultat dieser Untersuchung ist demnach, dafs man
ür solche Doppeloculare, die ihr Bild aufser den beiden Lin-
en haben, die Farbenabweichung absichtlich unberücksichtigt
assen und daher diese Oculare nach den vorhergehenden For-
neln der *zweiten* Classe construiren wird, um dafür nicht
ur ein gröfseres Gesichtsfeld, sondern auch nach einen an-
ern, diesen Ocularen der zweiten Classe eigenthümlichen Vor-
heil zu erreichen.

Und worin besteht dieser eigenthümliche Vortheil?
Ramsden, der Erfinder dieser zweiten Classe der Oculare, hat
es[1] selbst sehr gut gesagt, wie er denn auch mit seinem gro-
fsen praktischen Tastsinn den Unserschied der beiden Clas-
sen sehr richtig bezeichnete, obschon er sich, wie man in seiner

1 A. a. O. Philos. Trans. 1783.

Schrift sieht, vergebens abmühte, den theoretischen Grund dieses Unterschiedes zu finden. Er erkannte, wie es von einem Künstler seiner Art zu erwarten ist, den Nachtheil der Oculare der ersten Classe, wo das Bild zwischen die beiden Linsen fällt, sehr wohl, indem er bemerkt, dafs jede kleine Verrückung des Oculars, die wegen der verschiedenen Weitsichtigkeit der Beobachter, wegen der Reinigung der Linsen von Staub u. dgl. nöthwendig ist, auch sofort die Rectification des ganzen Instruments stört, und dafs zweitens das Collectiv das von dem Objectiv erzeugte Bild verkleinert, aus welcher Ursache die Brennweite des eigentlichen Oculars wieder bedeutend kürzer gemacht werden mufs. Allein dieses Letztere hat zur Folge, dafs selbst die feinsten Fäden des Mikrometers schon viel zu dick erscheinen, um bei sehr scharfen Messungen noch mit Sicherheit gebraucht werden zu können. Diesen und andern von ihm noch aufgezählten Nachtheilen wollte er anfangs durch ein Zurückgehn auf die früher gebrauchte einfache Ocularlinse begegnen, wodurch aber das Gesichtsfeld wieder viel zu klein wurde, um bei astronomischen oder auch bei mikroskopischen Messungen mit Nutzen gebraucht zu werden. Später gerieth er auf die Auskunft, die Ocularlinse, nach Art der Objective, doppelt zu machen, allein er fand bald, dafs solche Oculare eine zu grofse Oeffnung fordern, einen zu grofsen Lichtverlust verursachen und von der Kugelabweichung nur schwer zu befreien sind. Endlich, nach vielen vergeblichen Versuchen, verfiel er auf den Bau solcher Doppeloculare, wie wir sie in der zweiten Classe aufgezählt haben, wo nämlich das Bild nicht mehr zwischen die beiden Ocularlinsen, sondern zwischen das Objectiv und Collectiv, ganz nahe bei dem letzten, fällt. Er war mit dem Erfolge seiner praktischen Ausführung schon zufrieden und er hatte auch guten Grund dazu; aber nicht ebenso zufrieden zeigte er sich selbst mit dem, was er die Theorie der neuen Oculare nannte, indem er zum Schlusse seiner eben erwähnten Abhandlung sagt: *But to give a proper demonstration would require more leisure, than is consistent with the situation of one not very conversant with mathematics, and therefore the whole is only given in hopes, that some person of more abilities in the science of optics will favour us with a general theorem, in order that its application may be more universal.* Dieses offene, den grofsen

ünstler ehrende Selbstgeständnifs mag die schon öfter aufgestellte Meinung berichtigen, dafs die ersten englischen Optiker Englands auch zugleich sehr hohe mathematische Kenntnisse besessen haben. Weder die Künstler jenes Landes, noch e irgend eines andern, den einzigen FRAUNHOFER vielleicht sgenommen, haben so viele theoretische Kenntnifs und Uebung besessen, um sich durch die Theorie in ihren Ausführungen leiten zu lassen, und ohne Zweifel ist dieses die Hauptsache, warum die Sache selbst noch immer so viel zu wünschen rig läfst, wenn man gleich gestehn mufs, dafs auch schon r praktische Tact eines DOLLOND, RAMSDEN, PLÖSSL u. A. hr glänzende Erfolge erzeugt hat. Aber welche ganz anre würden wir vielleicht erreicht haben, wenn dieser prakche Tastsinn zugleich durch tiefere mathematische Kenntsse unterstützt worden wäre. Was man auch schon in älrn und neuern Zeiten über diesen Gegenstand gesagt haben ag, immer wird es eine nicht genug zu beachtende Wahreit bleiben, was HORAZ so schön ausgedrückt hat:

— — Ego nec studium sine divite vena,
Nec rude quid prosit video ingenium: alterius sic
Altera poscit opem res et conjurat amice.

VIII. Spiegelmikroskope.

So wie man, bald nach der Erfindung der dioptrischen ernröhre, auch katoptrische, mit Spiegeln versehene Instruente dieser Art zu verfertigen suchte, so hat man es auch it den Mikroskopen gethan, beides vorzüglich auf NEWTON's ath, der, durch einen Fehlschlufs, den er aus seinen Beobachtungen gezogen hatte, verleitet, die Behauptung aufgeellt hatte, dafs sich bei dioptrischen Fernröhren und Mikroopen der Fehler der Farbenzerstreuung nicht wegbringen sse und dafs man sich daher, wenn man vollkommene Inrumente dieser Art erhalten wolle, zu den Spiegeln wenden üsse.

Das einfachste Spiegelmikroskop ist ein Hohlspiegel CD, Fig. 302. urch welchen bekanntlich das Gesicht des in den Spiegel chauenden Beobachters immer vergröfsert wird, wenn derselbe äher bei dem Spiegel steht, als die Brennweite desselben eträgt. Bringt man einen kleinen Gegenstand ab innerhalb

der Brennweite eines stark concaven Hohlspiegels, so wird das Bild desselben sehr vergröfsert in $\alpha\beta$ darstellen, und so oft im Durchmesser vergröfsert, als die Distanz Om des jects in der Distanz On des Bildes enthalten ist. Sind lich wieder a und α die beiden zusammengehörenden Vereinigungsweiten der Lichtstrahlen vor und nach der Refl so hat man für alle Erscheinungen, welche ein Spiegel tet, dessen Brennweite p ist, dieselbe Gleichung

$$\frac{1}{p}=\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha},$$

die wir schon oben für die gebrochenen Strahlen gefunden

Wenn man also die von dem Spiegel CD ten Strahlen mit einer auf der Axe des Spiegels ten Tafel auffängt, so wird man auf dieser Tafel das gröfserte Bild $\alpha\beta$ des Gegenstandes ab mit freien Aug blicken. Wenn man aber dieses Bild, statt mit dem waffneten Auge, durch eine convexe Linse betrachtet, dasselbe noch bedeutend gröfser und schärfer erscheinen man wird ein *zusammengesetztes Spiegelmikroskop* haben sind, seit Newton's Zeiten, auf mannigfaltige Weise richtet worden. Die neueste und auch wohl vorzüglichste ser Einrichtungen ist die des Prof. Amici in Modena. sieht sie nach ihren Hauptbestandtheilen in der Zeichnung gestellt. Dieses Spiegelmikroskop besteht nämlich aus gröfseren hohlen Metallspiegel A, einem kleinen Plan B und aus einer biconvexen Ocularlinse F, alle drei in Rohre befestigt, das gegenüber dem Planspiegel eine öffnung C hat, durch welche das Licht von dem auf jecttische D liegenden Gegenstande auf den Planspiegel da auf den Hohlspiegel A und von diesem endlich Ocular F reflectirt wird, von welchem es, in dem gebrochen, in das Auge des Beobachters gelangt. des Hohlspiegels fällt mit der Axe der Ocularlinse in dieselbe Linie zusammen und der kleine Planspiegel gen diese Axe um 45 Grade geneigt. Zur Beleuchtung Gegenstandes auf dem Objecttischchen D sind mehrere seitwärts dieses Tisches oder für diaphane Gegenstände unter dem Tische angebracht. Amici hat mehreren dieser spiegel eine elliptische Krümmung gegeben, da man schon mit einer sphärischen zu begnügen suchte.

Fig. 303.

rumente stellen die Gegenstände ohne Farbenzerstreuung und ihr scharf dar; sie geben überdiefs eine sehr starke Vergrö- erung, aber dafür wenig Lichtstärke. GORING in England at dieses Instrument noch in manchen Theilen zu verbessern esucht. Seine Planspiegel sind viel kleiner, als die von MICI, und auch seine Hohlspiegel haben eine viel geringere rennweite von 1 bis 0,3 Zoll, bei einer Oeffnung von nur 3 Zoll im Durchmesser. Der Optiker CUTHBERT verfertigte nter GORING's Leitung sehr kleine, elliptische Hohlspiegel- ıen, die vorzüglich gute Wirkung haben sollen. Sie haben nen halben Zoll Brennweite und ebensoviel Oeffnung; ja lbst elliptische Spiegel von $\frac{3}{10}$ Zoll Brennweite und Oeff- ıng sollen noch recht gute Dienste leisten.

IX. Sonnen- und Lampenmikroskop.

Das *Sonnenmikroskop* wurde früher vorzugsweise ge- raucht, um sehr grofse Vergröfserungen hervorzubringen. Ge- wöhnlich wendet man es nur für durchsichtige Gegenstände an, a es die undurchsichtigen minder vortheilhaft darstellt. Man flegt es auch für gröfsere Gegenstände einzurichten, um z. B. ne Biene, eine Spinne u. dgl. ganz und in allen ihren Thei- n auf einmal zu übersehn, in welchem Falle man es auch ohl *Megaskop* zu nennen pflegt. In den neuern Zeiten wird as Sonnenmikroskop den oben angeführten, und mit Recht, achgesetzt, daher man dasselbe mehr zu optischen Unterhal- ungen, als zu rein wissenschaftlichen Zwecken zu gebrau- ıen pflegt. Aus diesem Grunde wird eine kurzgefafste Er- lärung dieses und auch des ihm ähnlichen Lampenmikroskops ier genügend erscheinen.

Die Wirkung des Sonnenmikroskops beruht auf der Er- heinung, die wir oben (Abschn. VI.) dargestellt haben. Wenn an nämlich den Gegenstand ab näher an den Brennpunct p' er biconvexen Linse C rückt, so entfernt sich das Bild $\alpha\beta$ on der Linse und wird zugleich gröfser, und wenn man keine rofse Schärfe in der Begrenzung dieses Bildes sucht, so kann an die Vergröfserung desselben so weit treiben, als man eben ill.

Fig. 294.

Bringt man daher in dem Fensterladen eines verfinsterten mmers eine kleine Oeffnung und in derselben eine convexe

Glaslinse an, so kann man einen kleinen Gegenstand et weniges aufser der Brennweite p' dieser Linse, z. B. in a, festigen und dann, auf der andern Seite der Linse, in finstern Zimmer, den Gegenstand sehr vergröfsert auf e weifsen Tafel erblicken. Aber das Licht dieses Bildes offenbar desto schwächer seyn, je mehr das Bild selbst grösert wird, so dafs man daher vor allem für eine starke Erleuchtung des vor der Linse stehenden Gegens ab Sorge tragen mufs. Die blofse Beleuchtung durch Sonnenstrahlen genügt hier nicht, sondern man mufs ih nahe in den Brennpunct einer andern convexen Linse eines Hohlspiegels bringen. Die Vergröfserung des Bild gleich dem Quotienten $\frac{C\alpha}{Ca}$, d. h. sehr nahe gleich der Entfer des Bildes von der Linse, dividirt durch die Brennweite der Li

Auch kann man diese, aus den erwähnten beiden l bestehende Vorrichtung in einem Rohre oder in einem k aufstellen, wie die Zeichnung angiebt, wo ab der klein genstand ist, der sehr nahe in dem Brennpuncte der stark vexen, also mit einer kleinen Brennweite versehenen Li steht. Ein beweglicher Planspiegel C sendet das auf lende Sonnenlicht auf eine zweite Linse A von gr Brennweite, welche ebenfalls so gestellt wird, dafs de genstand ab nicht fern von dem Brennpuncte der Li steht und dafs daher das von dem Planspiegel kommende durch diese Linse sehr concentrirt, auf den Gegenst fällt, wodurch derselbe sehr stark erleuchtet wird und ein lebhafter beleuchtetes Bild $\alpha\beta$ auf der Tafel geben die jenseit der ersten Linse B aufgestellt ist.

Fig. 304.

Ein solches Sonnenmikroskop hat die Bequemlichk mehrere Personen zugleich das Bild sehen können, Vergröfserung des Bildes sehr weit getrieben werden man auch sehr leicht eine Zeichnung des Bildes kann. Aber es hat nie die Deutlichkeit und die schar grenzung eines Mikroskopes der frühern Art, wie s Fraunhofer, Amici, Plössl, Schiek oder den eng Künstlern gemacht werden, und dieser Uebelstand wird bedeutender, je stärker die Vergröfserung ist.

Fig. 305.

Das *Lampenmikroskop* ist von dem Sonnenmi wesentlich nur darin verschieden, dafs es, statt von de

dem Lichte einer Lampe erleuchtet wird. Die sehr con-
Linse C erhält von der Lampe F, die in ihrem Brenn-
cte steht, das Licht und wirft es in unter sich parallelen
hlen auf den Hohlspiegel GH, der so geneigt ist, daſs er
o erhaltene Licht auf den Gegenstand ab schickt und ihn
rch stark beleuchtet. Von da gelangen die Lichtstrahlen
lie sehr convexe Linse K, von wo sie convergirend auf
neben einander stehende convexe Linsen B und A auf-
, welche die Stelle einer einzigen sehr convexen Linse
ten und dann, nach dem Durchgange durch diese Lin-
das verkehrte und zugleich sehr vergröſserte Bild $\alpha\beta$ auf
gegenüberstehenden Tafel entwerfen.

Bestimmung der Vergröſserung eines Mikroskops.

us dem Vorhergehenden erhellt, daſs man die Ver-
ungszahl m eines jeden Mikroskops durch Rechnung er-
kann, wenn man das Product der zweiten Vereini-
weiten α, α', α''... aller Linsen durch das Product der
Vereinigungsweiten a, a′, a″... derselben auſser dem ersten
irt, so daſs also die Vergröſserungszahl m in Beziehung
n Durchmesser der durch das Instrument gesehenen

$$m = \frac{\alpha\alpha'\alpha''\ldots}{a'a''a'''\ldots}$$

gentlich gehört dieser Ausdruck für *Fernröhre* jeder Art;
roskope aber wird man, wie ebenfalls aus dem Vorher-
n folgt, diese Gröſse noch durch $\frac{h}{a}$ multipliciren, wo
ehweite für unbewaffnete Augen ist, die man gewöhn-
8 Zoll annimmt. Für Mikroskope hat man daher

$$m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha\alpha'\alpha''\ldots}{a'a''a'''\ldots}.$$

ei zusammengesetzten Mikroskopen ist es nicht immer
nd oft sogar unmöglich, die Gröſsen α, α'.. und
mit Schärfe zu messen, daher man hier auf andere
edacht seyn muſs, den Werth von m zu bestimmen.
einfaches Mittel für diesen Zweck bieten diejenigen
ter dar, die aus Glasplatten bestehn, auf welchen
gerade Linien in engen und gleich groſsen Distanzen

von einander gezogen sind. Legt man ein solches Mikrom gleichsam als ein zu betrachtendes Object unter das Mikros und zählt man, wie viele Felder seines Gitters auf das sichtsfeld des Mikroskops gehen oder wie viele Felder auf einmal durch das Mikroskop übersehn kann, so sehe nun zu, wie viele solcher Felder auf den Durchmesser letzten Diaphragma's gehn, durch welches jenes Gesicht eigentlich bestimmt wird. Gesetzt dieses Diaphragma en 5 Felder, während das Gesichtsfeld 100 derselben zeigt, m = 20 oder $m^2 = 400$, d. h. das Mikroskop vergrößert Gegenstände im Durchmesser 20- und in der Oberfläche mal. Auch kann man zwei ganz gleiche Mikrometer Art nehmen und den einen als Gegenstand auf den O tisch und den andern auf das Diaphragma unter das legen. Da das letzte Mikrometer nur durch das Ocular, andere aber durch das ganze Linsensystem des Mikroskop größert wird, so braucht man nur zuzusehn, wie viel der des einen in ein Feld des andern fallen, um die V ſserung des Linsensystems, weniger das Ocular, zu er wo dann die Vergröſserung des letzten, wenn die Bren desselben bekannt ist, leicht gefunden und daraus die gröſserung m des *ganzen* Mikroskops abgeleitet werden Noch einfacher wird es seyn, von diesen beiden Mikro das eine mit dem einen Auge *unter* dem Mikroskop das andere mit dem andern Auge *auſser* dem Mikros betrachten. Wenn die Parallellinien beider Mikrome an einander liegen, so läſst sich leicht schätzen, wi Felder des einen Mikrometers auf eine bestimmte An Felder des andern gehn, wo dann die Division beider sofort die gesuchte Vergröſserung m des ganzen Mi giebt. Allein diese *Schätzung* ist selten genau ge mehrere Beobachter, welche dieselbe an demselben In vornehmen, finden oft sehr verschiedene Resultate.

Eine andere viel vorzüglichere und für die Anw ebenso genaue als bequeme Methode, die Vergröſserun Arten von Mikroskopen zu finden, hat v. Jacquin[1] schlagen. Er bedient sich hierzu der bekannten *Söm schen Spiegelchen* und verfährt dabei auf folgende Art

---

1 Wiener Zeitschr. Th. IV. S. 5 ff.

einem einfachen hölzernen Gestelle, dessen horizontale Tafel a a Fig. 306.
groſs genug ist, jedes Mikroskop so darauf zu stellen, daſs der Mittelpunct der Ocularlinse 8 Zoll von dem vertical aufgerichteten Schirme b b entfernt bleibt, wird das Mikroskop genau in dieser Entfernung des Oculars von dem Schirme aufgestellt. Der Reflexionsspiegel p des Mikroskops wird durch eine zur Seite stehende Lampe d beleuchtet und ein auf Glas gravirtes Mikrometer auf dem Objecttische q zur deutlichen Ansicht gebracht. Nehmen wir an, daſs auf diesem Mikrometer die Pariser Linie in 30 gleiche Theile getheilt sey. Dem Ocular gegenüber befindet sich an dem Schirme b b ein Blatt dickes, glattes Kartenpapier, das in den an beiden Rändern des Schirmes angebrachten Falzen sich höher oder tiefer schieben läſst, um den Höhen verschiedener Mikroskope angepaſst zu werden. Auf diesem geschwärzten Kartenpapiere sind mit weiſser Farbe eine Anzahl horizontaler, feiner, paralleler Linien gezogen, deren je zwei nächste genau um eine Par. Linie von einander abstehn. Dieser Maſsstab e e wird durch eine seitwärts stehende, mit einem Reflexionsschirme versehene Lampe f beleuchtet, die ebenfalls erhöht und erniedrigt werden kann, um dem beweglichen Maſsstabe immer gegenüber zu stehn. Dann wird an den Oculorapparat des Mikroskops der Sömmering'sche Spiegel h mit seinem Ringe und Stellschrauben befestigt und das Spiegelchen k an der Stelle des Auges unter einem Winkel von 45 Graden gegen das Auge so gestellt, daſs das Bild des Objects (nämlich des auf dem Objecttischchen q liegenden Mikrometers) in die Mitte des Spiegels k fällt und daſs dieses Object mit dem Auge des Beobachters genau ebenso in dem Spiegelchen k, als unmittelbar durch das Ocular gesehn wird. Da man nun mit demselben Auge zugleich den Maſsstab e e an dem Schirme in der normalen Sehweite so sieht, als läge das Mikrometerbild, das man in dem Spiegel k sieht, genau auf jenem Maſsstabe, so lassen sich, wenn man durch Drehen des Mikrometers die Linien desselben mit den Linien des Maſsstabes e e parallel gestellt hat, diese zwei Theilungen des Mikrometers und des Maſsstabes genau vergleichen und daraus die Vergröſserungszahl m leicht bestimmen. Da nämlich eine jede Abtheilung des Maſsstabes eine Par. Linie beträgt und da auf dem Mikrometer jede Par. Linie in 30 gleiche Theile getheilt ist, so ist jede Abtheilung

des Maſsstabes gleich 30 Abtheilungen des Mikrometers. We daher z. B. eine Mikrometertheilung ($\frac{1}{30}$ Par. Linie) genau ner vollen Theilung des Maſstabes (1 Par. Linie) gleich sehn wird, so ist die Vergröſserung im Durchmesser m = oder m = 30. Wenn aber 3 Theile des Mikrometers 4 Th des Maſsstabes decken, so ist m = 40, und überhaupt, we a Mikrometertheile b Maſsstabtheile decken, so ist

$$m = \frac{30b}{a}.$$

Für die Beleuchtung des Mikrometers sowohl, als des Maſsstabes muſs dabei Sorge getragen werden, da beide nicht nur hell genug, sondern auch gleichmäſsig hellt erscheinen. Das Auge des Beobachters wird man durch einen schief angebrachten Schirm vor Blendung das Licht f schützen können. Am besten wird man diese tersuchung zur Nachtzeit vornehmen, da man bei Tag Licht der Sonne nicht so in seiner Gewalt hat. Die Th des Mikrometers muſs so eingerichtet seyn, daſs wenig immer ein Intervall dieser Theilstriche ganz im Sehfeld Mikroskops sichtbar ist. Bei sehr starken Vergröſseru wird man also wohl solche Mikrometer anwenden, auf we die Par. Linie in 60 oder 100 gleiche Theile getheilt ist. sich auf diese Weise auch die Vergröſserung der Spieg kroskope und der einfachen Linsen bestimmen lasse, is sich klar. Bemerken wir noch, daſs man den erwähnten nen Spiegelapparat Sömmering's bei dem Optiker Prös Wien um 6 Gulden Augsb. Cour. in einem sehr vollko Zustande erhalten kann.

XI. Meſsapparate bei Mikroskopen.

Bei jeder auf wissenschaftliche Zwecke gerichteten achtung eines Gegenstandes mit einem Mikroskope soll I. die Vergröſserung des Mikroskops, die man bei obachtung angewendet hat, und II. die wahre oder liche Gröſse des beobachteten Objects angegeben w Was die erste Frage betrifft, so haben wir so eben sten und bekannten Mittel, sie zu beantworten, mitg Den zweiten Gegenstand aber, die Bestimmung der luten Gröſse des Objects, hat in den neuesten Zeiten

, Jacquin [1] auf eine Weise untersucht, die alle frühere hin-
r sich zurückläfst, daher wir auch hier das Vorzüglichste aus
:r erwähnten Abhandlung mittheilen.

Mit Uebergehung mehrerer frühern Methoden, die abso-
te Gröfse der durch ein Mikroskop gesehenen Gegenstände
ehr zu schätzen, als wahrhaft zu messen, kann man drei
:rschiedene Arten, mit mehr oder weniger Sicherheit zu die-
m Ziele zu gelangen, anführen: I. das Glasmikrometer, II.
:s Doppelbildmikrometer und III. das Schraubenmikrometer.
Vir wollen jede derselben in der Kürze näher betrachten.

I. Das *Glasmikrometer* besteht in einer Glastafel, auf welcher
ine Striche eingeritzt oder eingeätzt sind. Gewöhnlich sind es
·rade parallele Linien, die sehr nahe bei einander stehn. Oft
erden auch dieselben von andern darauf senkrechten geraden
inien durchschnitten, wodurch die sogenannten *Netze* ent-
ehn. Diese letzten haben den Nachtheil, dafs die Linien an
ıren Durchschnittspuncten gewöhnlich ausspringen, daher die
·sten, die ohnehin schon zu beinahe allen wissenschaftlichen
wecken genügen, vorzuziehn sind. Fraunhofer und Plössl
:rfertigten solche Mikrometer, deren äufserst feine Linien nur
n 0,01 Millimeter oder um den 2000sten Theil eines Zolles
›n einander abstehn. Sie werden, mit der Gravirung nach
›en gerichtet, auf den Objecttisch gelegt, dann sucht man
ıerst mit einer der schwächern Vergröfserungen ihre zweck-
ıäfsige Lage und Beleuchtung durch Drehung des Mikrome-
·rs und des Illuminationsspiegels, und nun erst geht man,
ei unverrückter Lage des Instruments zu den stärkeren Ver-
röfserungen über.

Eine der einfachsten Anwendungen dieser Mikrometer be-
:eht in der Messung des Durchmessers des Sehfeldes bei ver-
:hiedenen Vergröfserungen des Mikroskops. Ist das Intervall
wischen zwei nächsten Theilstrichen des Mikrometers z. B.
$\frac{1}{100}$ einer Par. Linie und sieht man, dafs 250 solcher Inter-
alle auf den Durchmesser des Sehfeldes gehn, so beträgt die-
er Durchmesser 2,5 oder $2\frac{1}{2}$ Linien. Dieser Durchmesser ist
ei unsern neuern Mikroskopen, selbst bei den schwächsten
Vergröfserungen derselben, selten über 6 Linien.

1 Wiener Zeitschrift. Th. V. S. 149.

Um dann mittelst einer solchen Glastafel den Durchmesser eines Objects zu messen, pflegen viele Beobachter das zu messende Object auf diese Glastafel zu legen und durch das Mikroskop zuzusehn, wie viele Intervalle der Tafel das Object einnimmt. Da aber bei einem solchen Verfahren die Tafel und das Object nicht in derselben Entfernung vom Auge abstehn, so kann man nicht leicht beide zugleich gut sehn, auch sind bei opaken Gegenständen einzelne Theile auf diese Art nicht leicht zu bestimmen, und endlich leidet, bei flüssigen Objecten, das Mikrometer, indem es dadurch verunreinigt wird.

Besser wird man verfahren, wenn man dabei wieder den oben erwähnten Sömmering'schen Spiegel gebraucht. Man projicirt nämlich auf die so eben beschriebene Weise das Bild des Objects in dem Spiegel auf den Maſsstab auf dem Schirme b b und bestimmt dadurch unmittelbar die Dimensionen des Objects. Da nämlich die Vergröſserungszahl m schon aus dem Vorhergehenden bekannt ist, so wird man nur die auf dem Maſsstabe gefundene Gröſse durch diese Zahl m dividiren. Zeigt sich z. B. der Durchmesser des Objects auf dem Maſsstabe gleich 3 Par. Linien bei einer 40maligen Vergröſserung, so ist der wahre Durchmesser gleich $\frac{3}{40} = 0{,}075$ Par. Linie.

Eine andere Methode, durch solche Mikrometer die Dimensionen der Objecte zu bestimmen, setzt zwei einander ganz gleiche Mikrometer dieser Art voraus. Das eine derselben wird, nach abgeschraubter Ocularlinse, auf das zwischen demselben und dem Collectivglase befindliche Diaphragma gelegt, so daſs die Gravirung abwärts oder gegen das Object gerichtet ist (zu diesem Zwecke trägt dieses Diaphragma gewöhnlich einen eigenen Falz, damit das Mikrometer sich nicht verschieben kann). Dann legt man auch das zweite Mikrometer, gleichsam als ein Object, auf das Objecttischchen und bestimmt dann genau, wie sich die Intervalle beider Mikrometer gegen einander verhalten. Ist z. B. bei dem obern Mikrometer die Par. Linie in 30 und bei dem untern in 60 Theile getheilt und deckt in dem Mikroskope ein Theil des untern genau einen Theil des obern, so ist die Vergröſserung des untern Mikrometers durch das ganze Mikroskop $\frac{60}{30}$ oder 2mal so groſs, als die Vergröſserung des obern Mikrometers, welche letzte Ver-

rösserung blofs durch das Ocular hervorgebracht wird. Wenn
ıan also irgend ein anderes Object auf dem Objecttische mit
em obern Mikrometer mifst, so ist dasselbe auch um die
Iälfte kleiner, als das so gefundene Mafs. Da nun hier das
bject sowohl, als auch das obere Mikrometer genau in der
ehörigen Sehweite stehn, so kann diese Messung, wie man
eht, sehr genau seyn und sie wird ebenso gut für opake, als
ir diaphane Gegenstände angewendet werden können.

II. Die *Doppelbildmikrometer* sind von DOLLOND erfun-
en und von ihm zunächst zur Messung der Dicke der Wollfäden
. s. w. bestimmt worden. Sie bestehn, wie die *Heliometer*[1]
ei astronomischen Fernröhren, aus einem planconcaven Glase,
as in seinem Durchmesser entzwei geschnitten und dann wie-
er vereinigt in einer Fassung zusammengepafst ist, so dafs die
wei Hälften sich durch ein Triebrad neben einander ver-
chieben lassen. Genau auf einander gepafst zeigen sie ein
infaches Bild des Objects, verschoben aber ein doppeltes.
Jm damit zu messen, wird diese Vorrichtung unter dem Mi-
roskope vor das Objectiv gebracht und die Linsenhälften wer-
en so verschoben, dafs die zwei Bilder ganz unter einander
iegen oder sich decken, und dann wird der Durchmesser des
ildes oder eigentlich des Objectes, durch Hülfe der an den
assungen angebrachten Scalen, ganz so bestimmt, wie bei
en Schraubenmikrometern, von denen wir sogleich reden wer-
len. Da der Gebrauch dieser Mikrometer complicirt und un-
equem ist und die Kosten der Anschaffung auch nicht un-
eträchtlich sind, so sind sie bisher wenig in Aufnahme ge-
ommen.

III. Das *Schraubenmikrometer* ist unter allen Vorrich-
ıngen, sehr kleine Objecte zu messen, das vorzüglichste,
esonders wenn es diejenige Einrichtung hat, die ihnen in
en letzten Zeiten FRAUNHOFER und PLÖSSL gegeben haben.
)er letztere Künstler hat eine wesentliche Verbesserung daran
ngebracht, die in einer quer unter dem Objecttische hinlau-
enden feinen Mikrometerschraube besteht, durch welche der
anze Object-Apparat in der Richtung der Schraube sehr lang-
ım hin und her geschoben werden kann. An der Axe dieser

1 S. Art. *Heliometer*. Bd. V. S. 221.

Mikrometerschraube ist eine Scheibe befestigt, auf deren Ra
die durch jede einzelne Umdrehung der Schraube bewirk
Verrückung in 100 und mit Hülfe eines Verniers in 10
Theile getheilt werden kann. Aufserdem werden auf ei
andern, neben der Axe angebrachten Scale die ganzen U
drehungen der Mikrometerschraube gezählt. In den Ocula
des Mikroskops wird auf der Blende entweder ein
planes Glas befestigt, worauf mit Diamant zwei höchst
sich senkrecht kreuzende Linien gezogen sind, oder auf ei
Ring zwei sich senkrecht schneidende Spinnenfäden. D
Linien werden entweder durch eigene, an dem Oculare
gebrachte Stellschrauben oder durch Drehung des g
Oculars so gestellt, dafs eine der beiden Linien des Kreu
dens mit der Axe der Mikrometerschraube parallel laufe. D
Werth einer Umdrehung der Mikrometerschraube mufs fü
den Mefsapparat besonders durch Versuche gefunden w
Zu diesem Zwecke wird ein Glasmikrometer unter das Mi
skop bei mäfsiger Vergröfserung von z. B. 100 gebracht
mittelst der Mikrometerschraube so gestellt, dafs die senk
Linie des Kreuzes im Oculare genau auf eine Linie de
krometers nahe am Rande des Sehfeldes fällt; dann wird
wa mit Hülfe einer Loupe, nachgesehn und aufgeschri
wie die Scalen der Mikrometerschraube stehn. Dann be
man die Mikrometerschrauben durch Drehen, bis die
rechte Linie des Kreuzfadens genau die äufserste Lini
Mikrometers am andern Rande des Sehfeldes deckt. D
bemerkt man zuerst den Raum, welchen die Linie des Kr
auf dem Glasmikrometer durchlaufen hat, und untersuch
nunmehr eingetretenen Stand der Scalen an der Mikro
schraube. Die Differenz beider Lesungen der Scalen
die Anzahl der einzelnen Theile, also hier die Tausendstel
Schraubenganges. Diese Zahl durch den oben genannten
dividirt giebt den gesuchten Werth eines solchen T
theilchens. Zur gröfsern Sicherheit wiederholt man
Verfahren mit mehreren Stellen der Schraube und nimmt
aus allen Resultaten das Mittel. Eine Tabelle, welch
Multipla dieser Tausendstel und ihre entsprechenden W
in Theilen des Zolls giebt, wird den Gebrauch eines
Mikrometers sehr erleichtern. Will man dann einen G
stand messen, so bringt man ihn unter das Mikrosk

lt ihn mit dem einen Rande ganz scharf an die auf Axe der Mikrometerschraube senkrechte Linie des Kreuzens, bemerkt den Stand der Scalen, bewegt dann die raube, bis die Kreuzlinie den andern Rand des Gegenstangenau trifft, und liest wieder die Scale ab; die Differz beider Lesungen giebt dann in jener Tafel sofort den uchten Durchmesser des Gegenstandes in Theilen des Zolls er der Linie. Ist z. B. der Werth eines Tausendtheilchens s Schraubengangs gleich 0,000142 Par. Linie und hat man unden, dafs der Durchmesser des Objects 296 solcher eile beträgt, so ist dieser Durchmesser gleich 0,04203 nien.

XII. Aeufsere Einrichtung der zusammengesetzten Mikroskope.

Da es nur bei geringen Vergröfserungen, z. B. den Loun, möglich ist, das Mikroskop und das Object zugleich in erselben ruhigen Stellung vor dem Auge zu behalten, so ufste man bei Mikroskopen von starker Vergröfserung, wo ieses nicht mehr angeht, bald auf eigene Gestelle denken, m das Object nicht nur in die wahre Stellung zum Auge zu ringen, sondern auch darin unverändert zu erhalten. Wir ollen hier nur die vorzüglichsten Theile dieses Gestelles in er Kürze näher betrachten.

Da der Gegenstand genau in die gehörige Entfernung von em Objectiv des Mikroskops gestellt seyn mufs, so hat das Gestelle eine eigene Schraubenvorrichtung, durch die man entweder das Objectiv dem festen Tischchen, oder dieses Tischchen dem feststehenden Objective nähern kann. Die erste Einrichtung haben die meisten englischen Mikroskope und ie hat das Unbequeme, dafs der Beobachter für verschiedene Oculareinsätze nicht nur seine stehende oder sitzende Lage, sondern auch den Ort seines Auges stets ändern mufs. Die zweite Einrichtung, die Fraunhofer und Plössl getroffen haben, leidet wieder unter dem Umstande, dafs die Beleuchtung für jede Vergröfserung eine andere ist. Welche dieser beiden Bewegungen man aber auch wählen mag, immer ist es nöthig, sie so langsam und sicher als möglich machen zu können, damit das Object seine gehörige Stelle auf das Genaueste

einnehmen und in derselben ungestört verharren kann. Uebrigens geschieht diese Bewegung mittelst eines Getriebes und einer gezahnten Stange.

Das Objectivtischchen muſs so eingerichtet seyn, daſs es ein Glasmikrometer, ferner einen Aufsatz mit einem Planglase aufnehmen kann, auf welches man kleine Tropfen der Flüssigkeit bringt, die man im Mikroskope untersuchen will; endlich noch einen gröſsern Aufsatz von zwei Hohlgläsern, zwischen welchen man kleine lebende Thierchen einsperrt. Zweckmäſsig, ja unentbehrlich ist eine Klemme an diesem Tische, damit der Objectträger zwischen sie geschoben und daselbst unverändert erhalten werden kann. An der gröſsern Gattung der Plössl'schen Mikroskope besteht dieses Tischchen aus 2 über einander befindlichen durchbohrten Platten, wovon die untere fest und die obere nach zwei auf einander senkrechten Richtungen beweglich ist. Auf der obern Platte befindet sich ein gabelförmiges Stück, das durch eine Spiralfeder an die Platte angedrückt wird und durch einen leisen Druck mit dem Finger wieder gehoben werden kann, durch welches demnach die oben erwähnte Klemme vertreten wird, die den Objectträger fest halten soll.

Der *Beleuchtungsapparat* besteht im Allgemeinen aus einem Hohlspiegel, den man für diaphane Objecte, und aus einer gröſseren Sammellinse, die man für opake Objecte anzuwenden pflegt. Für die letzteren Objecte ist aber die *prismatische Linse*, die Selligue in Paris zuerst angegeben hat, von ganz vorzüglichem Gebrauche. Sie besteht aus einem dreiseitigen Prisma mit 2 convexen Flächen. Die durch die erste convexe Fläche einfallenden und gebrochenen Lichtstrahlen werden von der ebenen, in der Fassung befindlichen Seite des Prisma's reflectirt und dann von der zweiten convexen Fläche wieder gebrochen. Bei sehr starken Vergröſserungen pflegt man auch das Licht zuerst durch eine Sammellinse oder durch dieses Prisma zu concentriren, bevor es auf den Hohlspiegel fällt. Wo schon das gewöhnliche Sonnen- oder Lampenlicht hinreicht, das Object zu beleuchten, was bei geringen Vergröſserungen oft der Fall ist, bewirkt das von dem Spiegel dem Objecte zugeschickte Licht nur eine unangenehme und störende Blendung, aus welcher Ursache man auch in diesen Fällen

en Spiegel umwendet und seine geschwärzte Rückseite dem
Objecte zukehrt.

An mehreren Mikroskopen hat man eine eigene Vorrichtung, um das Instrument aus der gewöhnlichen verticalen Lage in jede schiefe Richtung gegen den Horizont zu bringen, was besonders zum Abzeichnen der Gegenstände bequem ist.

Gröfsere Mikroskope haben stets mehrere Oculare sowohl als auch Objective, um je nach dem Bedürfnifs des Beobachters verschiedene Vergröfserungen zu erzeugen. Bei den gröfsten Mikroskopen Plössl's hat man drei Doppeloculare und sechs Objective. Die letzten lassen sich, jedes für sich und auch mehrere hinter einander, an das Objectivende des Rohrs anschrauben, denn die ältern Einrichtungen, wo die Objective an der Peripherie einer gemeinsamen Schraube gefafst sind, die sich drehn läfst, mufs bei stärkeren Vergröfserungen als unangemessen verworfen werden. Die Objectivlinsen sind gewöhnlich numerirt, die schärfsten mit den höchsten Nummern. Sie sind meistens achromatisch gebaut, nach denselben Vorschriften, die man für die Construction der Objective bei Fernröhren befolgt[1]. In den Mikroskopen von Plössl und Amici werden zwei und auch drei dieser Objective übereinander geschraubt, so dafs sie sich fast berühren, um stärkere Vergröfserungen hervorzubringen, doch ist es nicht gleichgültig, welche von diesen Objectiven man zusammenstellt, daher die Künstler eigene schriftliche Anleitungen dazu ihren Instrumenten beilegen.

XIII. Gebrauch der zusammengesetzen Mikroskope.

Die vorzüglichsten Forderungen, die man an jedes Mikroskop, das auf die Benennung eines wahrhaft guten Anspruch machen soll, stellen kann, sind 1) eine starke *Vergröfserung* der Gegenstände, 2) eine bedeutende *Lichtstärke* derselben und 3) *Schärfe* und *Deutlichkeit* der einzelnen Theile der Gegenstände, die man durch das Instrument betrachtet. Von den ersten beiden ist bereits oben das Vorzüglichste gesagt worden. Hier wollen wir nur, zur Vergleichung mit andern Instrumenten, die Vergröfserungen ei-

1 S. Art. *Linsenglas*. Bd. VI. S. 410.

niger der vorzüglichsten neuern Mikroskope anführen, wi
sie v. JACQUIN durch seine Messungen nach der oben v
ihm gegebenen Methode mit den Sömmering'schen Spieg
gefunden hat. Die Vergröſserungszahlen in der folgenden Ta
fel beziehn sich durchaus nur auf den *Durchmesser* der Ge
genstände, nicht auf ihre Oberfläche.

Mikroskop	Ocular	Objectiv	Vergröſserung
A	I	1	27
		2	40
		3	60
		4	90
	II	1	30
		2	60
		3	110
		4	120
	III	1	45
		2	90
		3	150
		4	225
B	I	1	25
		2	50
		3	67
		4	90
	II	1	45
		2	70
		3	120
		4	150
C	Nur ein Ocular	1	30
		2	120
		3	150
		4	270
D	I	1	15
		2	30
		3	40
		4	60
		5	90
		6	150
	II	1	30
		2	37
		3	60
		4	90
		5	150
		6	240
	I u. II	6	300

Mikroskop	Ocular	Objectiv	Vergröſserung
E	Nur ein Ocular	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
F	I	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
	II	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
G	I	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
		5	[illegible]
		6	[illegible]
	II	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
		5	[illegible]
		6	[illegible]
	III	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
		5	[illegible]
		6	[illegible]
H	Nur ein Ocular	1	[illegible]
		2	[illegible]
		3	[illegible]
		4	[illegible]
		5	[illegible]
		6	[illegible]

ikro-skop	Ocu-lar	Ob-jectiv	Vergrö-fserung	Mikro-skop	Ocu-lar	Ob-jectiv	Vergrö-fserung
I	Nur	1	18	L	I	Nur	30
	ein	2	18		II	ein	45
	Ocu-	3	27		III	Ob-	75
	lar	4	37		IV	jectiv	240
		5	60		V		330
		6	90		VI		540
K	I	Nur	30	M	I	Nur	30
	II	ein	45		II	ein	60
	III	Ob-	120		III	Ob-	75
	IV	jectiv	150		IV	jectiv	150
	V		180				
	VI		240				

Von den in dieser Tafel aufgezählten Instrumenten ist

A ein älteres Mikroskop von Plössl
B — — — — demselben
C — — — — demselben
D ein neueres von demselben
E — — — Voigtländer
F — — — Fraunhofer
G — — — Fraunhofer
H — — — Ramsden
I — — — Adams
K ein Spiegelmikroskop von Amici
L — — — Amici
M — — — Plössl nach Amici.

h wünschte, auch über die zweite Eigenschaft, die *Licht-ärke*, solche Vergleichungen beibringen zu können. Allein an findet darüber nur wenig Brauchbares, auch fehlt das ge-einschaftliche Mafs zu dieser Vergleichung. Desto wün-henswerther wäre eine genaue Bestimmung der dritten Ei-nschaft oder der *Schärfe* und Bestimmtheit, mit welcher an durch das Mikroskop die Gegenstände sieht. Allein auch er lassen sich gleichsam nur unmittelbare Vergleichungen an-ellen, indem man denselben Gegenstand unter gleichen äu-eren Verhältnissen mit mehrern Mikroskopen zu derselben eit beobachtet. Allezeit aber wird es nothwendig seyn, zu innern, dafs diese dritte Eigenschaft, so selten sie auch bei en Mikroskopen erwähnt werden mag, eigentlich die vor-

züglichste von allen ist. Man sagt nur immer, daſs dies Mikroskop so viel mehr vergröſsert oder die Gegenstände so viel heller zeigt, als ein anderes, aber man bemerkt nicht, ob und wie vielmal klarer und deutlicher die Gegenstände dadurch erscheinen, als durch jedes andere. Man begnügt sich, die Objecte groſs zu sehn, ohne zu berücksichtigen, ob man sie auch schärfer, genauer und bestimmter sieht. Der Laie jubelt über den elephantengroſsen Flohschatten eines alten Sonnenmikroskops, während der Kenner in einem Mikroskope von FRAUNHOFER oder PLÖSSL mit einer Vergröſserung von nur 20mal schon Erscheinungen in der Gestalt und dem Baue dieses Insects erblickt, die er in jenem groſsen Schattenbilde nie erblickt haben würde; denn undeutlich sehn und gar nicht sehn läuft bei mikroskopischen Untersuchungen beinahe auf eins hinaus und dasselbe kann man auch mit demselben Rechte von den Beobachtungen mit Fernröhren sagen.

Es wäre zu wünschen, daſs man diese *Schärfe* der Mikroskope, die HERSCHEL bei Fernröhren die *raumdurchdringende Kraft* nennt, durch ähnliche Mittel so genau bestimmen könnte, wie man dieses, nach dem Vorhergehenden, mit der Vergröſserung dieser Instrumente allerdings zu thun im Stande ist. Allein diese Mittel sind uns noch unbekannt und werden es wahrscheinlich immer bleiben. Wir werden zum Schlusse dieses Artikels wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen und wollen hier nur noch einige, in der Ausübung nicht unwichtige Bemerkungen über den Gebrauch des Mikroskops mittheilen.

Es ist für sich klar, daſs beim *Einlegen* des Gegenstandes auf das Objecttischchen dasselbe genau in die Axe des Mikroskops gestellt werden müsse. Zu diesem Zwecke ist es gut, zuerst eine schwache Vergröſserung aufzustecken, wo dieses Einlegen des Objects keine Schwierigkeiten hat, und dann bei unverrückter Lage des Objects die stärkeren Vergröſserungen aufzuschrauben. Die Rectificationsschrauben des Objecttischchens leisten dabei gute Dienste, da man mittelst ihrer Hülfe dieses Tischchen, und also auch das Object, nach allen Richtungen sanft und sicher bewegen kann. Wenn man bei starken Vergröſserungen schon sehr nahe daran ist, das Object deutlich zu sehn, so muſs die noch übrige Annäherung desselben an das Objectiv sehr langsam und leise geschehn

eil man sonst beide aneinander drücken und daher leicht
rbrechen oder beschädigen kann. Diese langsame Bewegung
: auch deswegen nothwendig, weil man sonst die wahre
ıtfernung des Gegenstandes von dem Objective leicht über-
ringt und so vergebens wieder zurückschrauben muſs. Je
irker übrigens die Vergröſserung, desto gröſser ist auch der
nfluſs der gröſsern oder geringern Kurzsichtigkeit des Auges
f jene Entfernung, daher jeder Beobachter sein Mikroskop
:h selbst, seinem Auge gemäſs, einstellen muſs.

Von der *Beleuchtung* der Gegenstände haben wir bereits
ɔen gesprochen. Das Kerzen- oder Lampenlicht bei Nacht
ler in einem verfinsterten Zimmer wird man dem Tages-
chte oder dem der unmittelbaren Sonnenstrahlen in den mei-
en Fällen vorziehn. Oft aber gewährt bei Tage das re-
ectirte Licht weiſser Wolken oder das einer nicht direct von
:r Sonne beschienenen, weiſsen Mauer eine ebenfalls recht
ɔrtheilhafte Beleuchtung. Das Ocular übrigens muſs stets
or allem grellen Lichte beschützt werden.

Un einen Gegenstand vollständig und in allen seinen
heilen genau kennen zu lernen, wird man ihn zuerst unter
e schwächeren Vergröſserungen bringen, wo man ihn ganz
ler doch gröſstentheils übersehn und den Zusammenhang
eser seiner Theile auffassen kann. Eine Aenderung der Be-
uchtung (durch eine sanfte Bewegung des Reflexionsspiegels
ler der Sammellinse) während der Beobachtung läſst den Ge-
ɪnstand oft in einer ganz andern Gestalt erscheinen, daher
an die vortheilhafteste unter allen aufsuchen wird.

Bei der Untersuchung von Flüssigkeiten soll das Object-
ːchchen zuerst nahe horizontal gestellt werden, was durch die
ei untersten Schrauben des Fuſsgestelles bewirkt werden
nn. Es ist nicht nöthig, dazu eine Libelle oder Wasser-
aage zu gebrauchen, da das Instrument selbst ein viel ge-
ueres Mittel zu dieser Horizontalstellung des Tischchens an-
etet. Man legt nämlich auf die ebene Glasplatte, auf wel-
e dann die Flüssigkeit aufgetragen werden soll, zuerst ein
ättchen Stanniol oder gefärbtes Papier und sieht zu, ob man
sselbe immer gleich deutlich sieht, während man es, durch
e Bewegung des Tischchens, über das ganze Feld des Mi-
oskops hinführt.

Ueber die *Zubereitung der Objecte* zu mikroskopischen Untersuchungen lassen sich wohl nicht leicht allgemeine Vorschriften aufstellen. Je kleinere Theile man von dem zu untersuchenden Gegenstande durch Hülfe eines scharfen Messers u. dgl. ablösen, je feinere Blättchen man von demselben schneiden kann, desto besser wird man die Structur dieser Theile sehn können. Auch ist es nöthig, z. B. bei der Untersuchung der verschiedenen Holzarten oder der festen Theile der thierischen Körper, diese Blättchen in verschiedenen Richtungen von dem Körper abzusondern. So zubereitete Gegenstände werden dann auf die obere Seite der ebenen Glasplatte gelegt, die in das Objecttischchen eingeklemmt wird. Sie zwischen zwei solche Glasplatten zu legen ist nicht vortheilhaft, weil die obere Platte den unter ihr liegenden Gegenstand weniger deutlich erkennen läfst und ihn oft sogar verzerrt. Die Künstler pflegen wohl ihren Instrumenten einige kleine Gegenstände in Schiebern zwischen zwei Glasplatten beizulegen, um diese Gegenstände vor äufsern Verletzungen zu bewahren, aber diese Dinge gehören nur für diejenigen, die sich mit diesen Instrumenten angenehm unterhalten wollen, während der eigentliche Beobachter die Gegenstände, die er kennen lernen will, nicht zuvor absichtlich bedecken und entstellen lassen darf. Allein dieselben von den Künstlern beigefügten Objecte könnten zu einem andern Zweck sehr vortheilhaft benutzt werden, wenn nämlich diese Künstler sich dahin vereinigen wollten, allezeit dieselben Objecte in ihren Schiebern einzulegen. Dieses würde nämlich das bereits erwähnte Mittel geben, die Schärfe oder Klarheit der verschiedenen Mikroskope unter einander zu vergleichen. Solche constante Probeobjecte würden uns lehren, was man mit einem und demselben Objecte mit verschiedenen Mikroskopen bei gleicher Vergröfserung, noch zu sehn im Stande ist. Unter solchen Probeobjecten schlägt v. Jacquin in der oben erwähnten viele treffliche praktische Bemerkungen enthaltenden Abhandlung vorzugsweise folgende vor:

1) Flügel der gemeinen Hausfliege (*musca domestica*); 2) der gemeinen Mücke oder Gelse (*culex pipiens*); 3) Haare vom Menschen oder besser von dem Rücken einer Haus- oder Feldmaus; 4) Schuppen von dem Flügel eines gemeinen Schmetterlings (*papilio crataegi* oder *brassicae*); 5)

der gemeinen Pelz- oder Kleidermotte (*tinea pellionella* *sarcitella*) und 6) einzelne Schuppen von dem Brilliant- (*curculio imperialis*). Als undurchsichtige Objecte führt demselben Zwecke an: 1) ein kleines Stück des Flü- von dem *Papilio Crataegi*; 2) von *Papilio Menelaus*; sehr dünnes Scheibchen eines Stängels von türkischem en (*Zea Mays*) oder von Hollundermark und 4) ein kleines einer Flügeldecke des erwähnten Brilliantkäfers.

o erkennt man z. B. bei den Fliegenflügeln in einem Mikroskope bei einer Vergröſserung von 15 bis 20 be- ie Randhaare, mit einer Vergröſserung von 60 bis 100 t man die Insertion dieser Haare in den Rand des Flü- nd die zwiebelähnliche Basis derselben, mit einer Ver- ung von 200 bis 240 endlich sieht man diese Haare als hohle, gestielte Körper. Andere angemessene Bei- führt v. JACQUIN[1] von Menschen- und Mäusehaaren, von ersten Schuppen oder dem sogenannten Staub der Flü- Lepidopteren an, besonders des *Papilio Menelaus* und gi. Für stark vergröſsernde Mikroskope sind als Prü- jecte die feinen Linien und Schuppen der Kleidermot- züglich geschickt, da man sie nur bei einer Vergröſse- on 300 bis 400 und bei der höchsten Lichtstärke in besten zusammengesetzten Mikroskopen deutlich sieht, man, auffallend genug, sie durch sehr gut gearbeitete mikroskopische Linsen von sehr kurzer Brennweite bemerkt, als mit jenen zusammengesetzten Mikrosko- VON JACQUIN sah diese Linien und Streifen der Klei- durch einzelne Linsen von 200-, 100- und selbst on 60maliger Vergröſserung bereits sehr deutlich und als durch alle bisher verfertigte zusammengesetzte pe mit achromatischen Objectivlinsen, selbst wenn den letzten eine Vergröſserung von 240 anwendet. here ihm zu Gesichte gekommene Mikroskope von FER zeigten von diesen Streifen nicht einmal eine Die katadioptrischen Mikroskope AMICI's aber geben röſserungen von 120 bis 240 diese Linien wenigstens ch zu erkennen, als es der bekannte Lichtmangel strumente zuläſst. Nicht so mit den gröſsern Mi-

[1] ener Zeitschrift. Th. V. S. 137.

kroskopen von Plössl, in welchen diese Streifen alle mit wahrhaft überraschender Klarheit erscheinen, und, was vorzüglich bemerkt zu werden verdient, nicht die Vergrößerung, die man bei diesen Plössl'schen Mikroskopen anwendet, ist es, die über die größere oder geringere Klarheit, mit welcher jene Streifen erscheinen, entscheidet, sondern die glückliche Combination der über einander aufgeschraubten Objective. Ein einfaches Objectiv liefs bei 90maliger Vergröfserung von diesen Streifen noch nichts erscheinen; die Verbindung zweier Objective, bei einer Vergröfserung von nur 72, liefs sie bereits gut erkennen und die Combination von drei Objectiven endlich, bei einer Vergröfserung von 80, zeigte sie mit auffallender Klarheit. Diese Verbindung mehrerer achromatischen Objective zu einem einzigen mufs daher als einer der wesentlichsten Fortschritte der neueren Mikroskopik angesehn werden und er ist, wie beinahe alles, was bisher in der Optik auf praktischem Wege gefunden wurde, durch ein glückliches, ohne Zweifel auch geniales, Tatonnement[1], durch Zufall gefunden worden, an welchem die Theorie so wenig Antheil hat, dafs sie bisher nicht einmal im Stande gewesen ist, die Ursache des glänzenden Erfolgs, den dieser, wenn man will, blinde Zufall gehabt hat, auch nach der bereits geschehenen Entdeckung derselben, nachweisen zu können. So finden wir demnach auf eine sonderbare Weise das Verhältnifs der Theorie gegen die Ausübung der Optik in unseren Tagen, wenigstens in Beziehung auf den hier in Rede stehenden Theil dieser Wissenschaft, ganz dasselbe, welches zur Zeit der ersten Entstehung dieser Wissenschaft, zu Ende des 16. Jahrhunderts, statt gehabt hat. Die *erste Entdeckung* des Fernrohrs und dadurch auch des Mikroskops, das jenem in wenig Jahren folgte, verdanken wir ebenfalls einem blinden, aber für uns höchst glücklichen Zufall und zwar, wenn die Erzählung der ersten Geschichtschreiber dieser Erfindung bewährt ist, dem zweck- und ahnungslosen Spiele der Kinder eines Brillenmachers in Holland. Ein Stück Kieselerde mit Pottasche vermischt, zu-

---

1 Es erinnert diese, wie die Geschichte so mancher anderen Entdeckung, an den schönen und schwer zu übersetzenden Ausdruck des alten Griechen: *Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς εὐτυχημένης.* Denn nicht Jedem haben es die Götter gegönnt, solche zufällige Glücksgriffe zu machen.

g in die Hände zweier Kinder gerathen, öffnete unseren
n zwei neue, unbekannte, wundervolle Welten. Aber
Entdeckung, vielleicht die glänzendste, deren der Mensch
rühmen kann, war beinahe ein ganzes Jahrhundert schon
cht und selbst auf das Mannigfaltigste auf die Gegenstän-
ner beiden Welten angewendet, und noch konnte sich
enschliche Geist von den innern theoretischen Gründen
Erscheinungen, welche ihm diese Instrumente darboten,
genügende Rechenschaft geben, obschon es nicht an
ern von hoher geistiger Kraft, wie KEPLER u. A., man-
welche sich mit diesem in so hohem Grade interessan-
egenstande beschäftigten und ihn durch Hülfe der Geo-
zu ergründen suchten. Auch möchte es, welche hohe
nan auch von der geistigen Stärke des Menschen he-
ag, wohl unmöglich seyn, blofs auf dem Wege der
tischen Speculationen Entdeckungen solcher Art zu ma-
Dieses war auch die Ansicht des grofsen HUYGHENS, der
so wesentliche Beiträge zur Verbesserung dieser Instru-
geliefert hat und dem wir auch die erste genauere Er-
g der Wirkungen des Fernrohrs verdanken. In sei-
optrik[1], wo er uns die wahre Erklärung jener wunder-
Erscheinungen mittheilt, drückt er sich über diesen Ge-
d auf folgende Weise aus: *Si quis tanta industria
set, ut ex naturae et geometriae principiis Telesco-
ruere potuisset, eum ego supra mortalium sortem in-
aluisse dicendum crederem. Sed hoc tam longe abest,
uito reperti artificii rationem non adhuc satis expli-
tuerint viri doctissimi.*

optische Gegenstände bereits so oft in diesem Werke
worden sind, so wird eine, vorzüglich auf den ge-
igen Artikel sich beziehende, kurze Uebersicht der Li-
lieses Zweiges der physikalischen Wissenschaften hier
n unrechten Orte seyn.

s, GEORGE, Essays on the Microscope. Lond. 1787.
Essay on Vision. Lond. 1789. Deutsch von KRIES.
ha 1794.
s (des Vaters) Micrographia illustrata or the microscope
lained. Lond. 1746 und 1781.

---

[1] UGENII opera posthuma. Lugd. Bat. 1703.

Aepinus, über ein neues achrom. Mikroskop. Mem. Petrop. Vol. II. et IX.

d'Alembert, s. Opuscules mathématiques und Mém. de Paris. 1764, 1765 und 1767.

Baker, the microscope made easy. Lond. 1743 und 175[illegible] Deutsch in Zürich 1753 und 1756.

— — über Leeuwenhoek's Mikroskope. Philos. Transact. 1740.

Barrow, lectiones opticae et geom. Lond. 1674 et 1669.

Biot, Traité de physique expérimentale et mathématique (Die optische Abtheilung.) Par. 1816. Ein Auszug daraus von dem Verf. besorgt und Deutsch von Fechner Leipz. 1824. IV Voll.

Boscovich, dissertationes quinque ad dioptr. pertinentes. Bassano 1785 et Viennae 1768. Ejusdem Opera ad opt. et astr. pertinentia. Vened. 1785. Dessen opt. Memoiren in den Mem. Bonon. Voll. V.

Bouguer, Essai d'Optique. Par. 1729 und 1760. Mém. Par. 1726, 1755 und 1757.

Brander, Beschr. zusammenges. Mikroskope. Augsburg 1769.

Brougham, opt. Abhandl. in Phil. Trans. 1796 und 179[illegible].

Butterfield, über Mikroskope mit sehr kleinen Glaskugeln. Phil. Transact. 1678.

Campani, über Verbess. der opt. Gläser. Phil. Transact. 1665.

Cassini, Jac., opt. Abhdlungen in den Mém. Par. 170[illegible] 1710 und 1747.

Clairaut, opt. Abhandlungen Phil. Transact. 1754. Mém. Par. 1739, 1756, 1757 und 1762.

Coddington, treatise on Optics. Cambridge 1823.

Descartes, Dioptrique et géométrie. Par. 1637 und dessen opera philos. Amsterd. 1644, 1656, 1677 u. 169[illegible].

Dollond, John, opt. Abhandlungen. Phil. Transact. 17[illegible] u. 1758.

Euler, Leonh., Dioptrica. 3 Voll. 4. Petrop. 1769 und opt. Abhdlgen in Mem. Petrop., Berol. und Paris. zerstreut.

Fraunhofer, opt. Abhdlgen. München 1816. und in Schumacher's astronom. Abhandlungen. 1829.

Fresnel, opt. Abhandlungen in Mém. de Paris. Vol. VII. et passim.

Fuss, instruction detaillée etc. Petersb. 1774; deutsch von Klügel. Leipz. 1778.

ELIK, über zusammenges. Mikroskope. Phil. Trans. 1745.

EGORI, JAC., optica promota. Lond. 1663.

—, DAV., Catoptr. et Dioptr. elementa. Oxon. 1695, 1715, 1735.

DLEY, dioptr. Abhandlungen. Phil. Transact. 1737.

RTSOECKER, über sehr grofse Objective. Miscell. Berol. Vol. I.

NNERT, dissertation sur la perfection des lunettes. Berl. 1772.

RSCHEL, dioptr. Abhandlungen. Phil. Tr. 1782, 1795, 1800, 1801, 1803.

RSCHEL jun., on the aberrat. of compound lenses. Phil. Trans. 1821.

— On light. Lond. 1830 und in der Encycl. metropol. Lond. 1828.

HIRE, opt. Abhandlungen. Mém. Par. Vol. IX. X. und die Jahre 1699, 1702, 1709 und 1710.

OKE, Micrographia. Lond. 1665.

YGHENS, tractatus de lumine. Lugd. Bat. 1691.

— Dioptrica in HUGENII op. posthuma. Lugd. Bat. 1703.

— dioptr. Abhandlungen in Mém. Par. Vol. I et X. und Jahr 1715.

QUIN, über Mikroskope. Baumgartner's Zeitschrift Bd. IV. und V.

URAT, opt. Abhandlungen. Mém. Par. 1770. 1779.

ESTNER, opt. Abhandlungen. Comment. Götting. Vol. I., VII. et VIII.

RSTEN, Lehrbegriff der Mathematik (optischer Theil). Greifswalde.

— Erste Gründe der Photometrie. Abhandlungen der bair. Akad. Bd. IX.

PLER, paralipomena ad Vitellionem. Aug. Vindel. 1604.

— Dioptrice. Aug. Vindel. 1611.

ÜGEL, analyt. Dioptrik. Leipz. 1778.

— dioptr. Abhandlungen. Comment. Gott. Vol. XIII.

AFT, dioptr. Elemente für achrom. Objective zu Mikroskopen.

— Mem. Petrop. Vol. III. V. VII. XII.

CAILLE, Leçons d'Optique. Par. 1756. 1802. Deutsch Altona 1757.

MBERT, dioptr. Abhandlungen. Mém. Berl. 1771.

NGSDORF, Grundlehren der Photometrie oder der optischen Wissenschaften. Erlangen 1803. 2 Voll. 8.

Lieberkühn, über anatomische Mikroskope. Mém. Berl. 1'
Littrow, Dioptrik. Wien 1830. Dioptr. Abhandlunger
Baumg. Zeitschrift für Physik. Bd. IV u. V.
Malus, opt. Abhandlungen im Journal de l'école p
Vol. VII.
— — Mém. présentés. Vol. II. Par. 1811.
— — Théorie de la double réfraction. Par. 1810.
Newton, Optics. Lond. 1704, 18, 21, 30 u. 42. Latein
Clarke. Lond. 1706 u. 19. Französisch Amst. 1720
1722, 87 u. s. w. Opt. Abhandlungen. Phil. Trans. 1
72, 73, 75, 76.
Oriani, dioptr. Abhandlungen. Mem. della Soc. Ital
Vol. III.
Prechtl, pract. Dioptrik. Wien 1828.
Priestley, history of the discovery etc. Lond. 1772. D
von Klügel. Leipzig 1776.
Ramsden, dioptr. Abhandlungen. Phil. Tr. 1783.
Santini, Teorica degli stromenti ottici. II Voll. Padua 1
Short, dioptr. Abhandlungen. Phil. Trans. 1749. 176
Stile, über die Mikroskope von Torre. Phil. Tr. 176
Smith, dioptr. Abhandlungen. Phil. Trans. 1740.
— — a complet System of optics. Cambridge 1738. D
von Kästner. Altenburg 1755. Französ. Par. 1767.
Wilson, James, über Mikroskope. Phil. Transact. 170
Young, opt. Abhandlungen. Phil. Trans. 1800, 1801,
Transact. of the Irish Acad. Vol. IV.
Zeiher, über das Sonnenmikroskop. Novi Comment.
Vol. X.

Da sich unter den neueren zusammengesetzten Mi[kosko]pen diejenigen, welche der berühmte Optiker Plössl i[n Wien] verfertigt, vorzüglich auszeichnen, so theilen wir hie[r am] Schlusse des Gegenstandes, die nähere Beschreibung und [Zeich]nung derselben mit, wie wir sie von der gefälligen G[efällig]schaft des Prof. Berres in Wien erhalten haben. Die [erste] Gattung dieser Mikroskope besitzt einen durch ein T[rieb] a gegen den feststehenden Objecttisch b b beweglich[en] c c, auf dem zusammen zu legenden Dreifuſse d d d, [mit ei]nem Winkelgelenke e, um denselben nach Willkür [hori]zont oder in jedem beliebigen Winkel schief stellen und [zum] [...]nen der Objecte benutzen zu können. Diesem In[strumente] sind beigegeben zwei Oculare (mit 1 und 3 bezeich[net]

Fig. 307.

er einfachen Linse und einem Collectivglase bestehend; dann
drittes ähnliches Ocular, mit No. 2. bezeichnet, das mit
em Fadenkreuze zur Messung der Gegenstände versehn ist;
viertes Ocular, um die Vergröſserung mit verhältniſsmä-
gem Verluste an Lichtstärke bis auf 1000- bis 1500mal stei-
rn zu können; ferner ein aplanatisches Ocular aus zwei
aromatischen Linsen mit schwacher Vergröſserung von 19-
90mal, je nachdem man Objecte benutzt, um besonders
ake Gegenstände mit höchster Schärfe zu sehn, und endlich
chs achromatische aplanatische Objectivlinsen, die überein-
der geschraubt werden können, um die Vergröſserung nach
m Bedürfniſs des Beobachters zu verstärken.

Das Objecttischchen bb mit vorn geöffneten Federklam-
ern für Objectträger und Glastafeln aller Art ist mit einem
rucker f zum Oeffnen von unten und mit zwei diagonal ste-
nden Stellschrauben g, h versehen, um dadurch das Object
arch alle Puncte des Sehfeldes führen zu können.

An derselben Säule, welche das eigentliche Mikroskop
nd das Objecttischchen trägt, ist auch ein concaver Refle-
onsspiegel k von Glas angebracht, der eine doppelte Bewe-
ang zur transparenten Beleuchtung hat; ferner eine schwarze
ückseite und ein sphärisches Beleuchtungsprisma l nach Sel-
.gue mit Bewegung zur Illumination opaker Gegenstände;
ne groſse Lichtverstärkungslinse m auf besonderem Fuſse und
efedertem Schieber zur Verstärkung der Beleuchtung bei stär-
erer Vergröſserung sowohl opaker als auch transparenter Ge-
enstände, und endlich ein concaves Glas in Messing gefaſst,
am Drehen, für Flüssigkeiten, ein Insectenglas in messinge-
er Fassung und eine Objectnadel zum Aufstecken kleiner Ge-
enstände.

Zur Vervollständigung dieses mikroskopischen Apparats ist
rner beigegeben: eine messingene Wilson'sche Loupe, eine
incette, zwei auf Glas getheilte Mikrometer mit Theilungen
er Wiener Duodecimallinien in 30 und 60 Theile (oder des
Iillimeters in 20 und 50 Theile), in elfenbeinerner Kapsel,
ait einem dazu gehörenden Ringe von Messing, zum Einle-
en in das Objecttischchen, und endlich eine Vorrichtung
um Messen der Objecte bis auf 0,00001 Wiener Zoll (linear)
aittelst Mikrometerschraube nach Fraunhofer.

Die Vergröſserungen mit vollständiger Klarheit und Schär gehn von 18- bis 500mal linear oder von 324- bis 2500 mal in der Fläche. Die stärkste, jedoch mit verhältniſsmäſsi ger Lichtverminderung mit diesem Instrumente zu erreichende Vergröſserung ist 1500mal linear oder 2250000mal in der Flä che und kann nur bei transparenten Gegenständen angewendet werden, wo das Licht durch die Verstärkungslinsen und d Reflexionsspiegel concentrirt auf den vorliegenden Gegensta einwirkt.

Um die lineare Dimension eines opaken oder transparen ten Gegenstandes mit dem sinnreichen und leicht zu behan delnden Schraubenmikrometer zu messen, ist vor allem n thig, daſs man den Werth eines Umgangs der Mikrometer schraube kenne und sich den Stand des Mikrometers notire. Ist dieses geschehn, so bringt man den zu messenden Ge genstand unter das Mikroskop, steckt das mit dem Fadenkreuz versehene Ocular so auf, daſs der eine Faden mit dem Gange des Mikrometers parallel läuft, und schneidet mit dem andern Faden die eine Seite des zu messenden Gegenstandes. Dann dreht man, während des Durchsehens, die Mikrometerschrau be so lange fort, bis der Faden die andere Seite des Gegen standes erreicht, und bemerkt endlich, durch wie viele Theile die Mikrometerschraube gedreht worden ist.

Gesetzt der Gegenstand habe 19 Theile der Mikrometer schraube und 3 Theile des Verniers eingenommen, so wird das Object $\frac{193}{100000}$ eines Wiener Zolls im Durchmesser haben, da die Mikrometerschraube mit Hülfe des Verniers den W. Zoll in 100000 Theile theilt.

Ebenso zweckmäſsig sind die dem Mikroskope beigege benen Lichtverstärkungs-Apparate. Die groſse Lichtverstär kungslinse ist durch den gefederten Schieber leicht zu hand haben und wird ebensowohl zur Beleuchtung des Objectträ gers und des darauf gebrachten Bildchens, als auch zur Con centration des Lichtes auf dem Hohlspiegel benutzt. Das starke, auf allseitig beweglichen Armen befestigte Prisma aber dient zur schärferen Beleuchtung opaker Gegenstände. Dieser Lichtverstärkungs- und Leitungsapparat wird auf dreifache Art zur Erreichung des vorgestellten Ziels benutzt.

Sind opake Gegenstände in verticaler Stellung des Instru-nts mit grellem Lichte zu beleuchten, so stellt man die :htverstärkungslinse unmittelbar vor die Flamme und giebt selben eine solche Richtung, dafs sie das Prisma vor-rschend mit Licht umgebe. Das in dem Vorderfufse des kroskops festgestellte Prisma selbst wird nun mit seiner ebe-n Fläche nach aufwärts und gegen den Körper des Instru-nts so schräg gestellt, dafs die hier ankommenden Licht-ahlen gebrochen und concentrirt nach abwärts und zwar f das vorliegende Object geworfen werden.

Bei horizontaler Stellung des Körpers des Mikroskops, wie in diese zur Abzeichnung der opaken Gegenstände benutzt, ird das Prisma beseitigt und der Lichtverstärkungslinse eine lche Stellung zwischen der Flamme der Lampe und dem bjecttischchen gegeben, dafs durch die nun concentrirten ichtstrahlen der Gegenstand recht starke Beleuchtung erhält.

Werden endlich transparente Gegenstände untersucht, so ufs dem Instrumente die senkrechte und der Lichtverstär-ungslinse die im ersten Falle angeführte Stellung vor dem ichte, dem Hohlspiegel aber eine solche Richtung gegeben erden, dafs durch seine Wirkung die gewünschte Beleuchtung es Gegenstandes von unten erreicht wird.

Der in allen seinen Theilen mit grofser Sorgfalt ausgeführte au des Instruments, das mit Präcision, ohne todten Gang ngebrachte Triebwerk des Mikrometers, das nach allen Sei-en bewegliche Piedestal und endlich das dem Instrumente erst n den letzten Zeiten beigegebene rechtwinklig gekrümmte Ocu-ar mit einem in seinem Knie angebrachten Prisma tragen zur ollendung des Ganzen und zum erhöhten Gebrauche des In-truments wesentlich bei. Dem Beobachter ist es auf diese Weise möglich gemacht, alle von ihm aufgefundene Formen, nit oder ohne den Sömmering'schen Spiegel, naturgetreu ab-zubilden und überhaupt jeden Gegenstand, sobald er mittelst der Federklammer an das Objecttischchen befestigt worden ist, in stehender oder sitzender Stellung des Körpers mit Ruhe und Umsicht zu untersuchen.

Bei dem Gebrauche dieses Mikroskops ist dem noch we-niger Geübten anzurathen, die ersten Beobachtungen mit den Linsen 3 und 4 und mit dem aplanatischen Oculare vorzu-nehmen, denn diese optische Composition stellt den Gegen-

stand bei einer 55maligen Vergröfserung im Durchmesser m
hoher Klarheit dar und leistet bei gröfsern Gegenständen al
les, was man nur von einer optischen Vorrichtung wünsche
kann. Wenn aber die Gegenstände oder ihre einzelnen Thei
so klein sind, dafs die erwähnte Vorgröfserung nicht me
hinreicht, um sie allseitig und ganz klar zu erkennen,
wählt man zu der oben bezeichneten Linse das Ocular No.
wo dann die Gegenstände 110mal im Durchmesser vergrö
und noch immer so deutlich dargestellt werden, dafs man
Eigenheiten scharf auffassen und darstellen kann. Stär
Vergröfserungen bedürfen die opaken Gegenstände wohl m
und Barres konnte schon mit diesem Apparate die Ge
verzweigungen der Lunge, der Schilddrüse und des mensc
chen Gehirns, die doch schon unter die zartesten Gegens
gehören, ohne allen Anstand sehn und zeichnen. Das O
No. 2 mit den Objectivlinsen 1, 3, 4, auf einander gesch
giebt schon eine zu starke Vergröfserung für opake Objecte,
dafs man diese Vorrichtung den Mindergeübten anrathen kön
Uebrigens sind diese und alle andere Vergröfserungen
Plöfsl'schen Mikroskops für transparente Gegenstände n
allein anwendbar, sondern auch um so unerläfslicher, als
die Absicht verfolgt, die zartesten organischen Verhältniss
erspähen. Bei der Untersuchung der einfachsten Organis
wird man daher nicht allein die Linsen 4 und 5, wohl auch
Verbindung mit dem Ocular No. 2, 3 oder wohl gar N
benutzen, sondern auch den Hohlspiegel zur Beleuchtung
untern Seite der Gegenstände in Anwendung bringen m
Die Linsen 4, 5, 6 mit dem Ocular 3 vergröfsern dann 5
dieselben Linsen mit dem Ocular No. 4 vergröfsern 15
im Durchmesser. Man bemerke noch, dafs zu diesen U
suchungen mit den stärksten Vergröfserungen nur die kl
Theile der Gegenstände und auch diese nur dann ge
sind, wenn sie entweder so vielfach zerlegt oder doch
prefst worden sind, dafs sie von dem Lichte vo
durchdrungen und dafs ihre Einzelnheiten im ganzen U
erkannt werden können. Eine Uebung im Zergliedern de
genstände, selbst den kleinsten Theilchen nach, ist da
mikroskopischen Untersuchung der einfachsten Bildungs
nisse unerläfslich und eine nur etwas rohe Behandl
Gegenstandes wird uns über die eigentliche Beschaffenhe

ıeile unbefriedigt lassen. Wenn eine Täuschung bei dem brauche dieses vortrefflichen Instruments statt hat, so wird meistens nur aus dieser Quelle kommen, besonders wenn Anfänger die stärksten Vergröſserungen sogleich anwendet. ıe ruhige, umsichtige Behandlung des Gegenstandes und des ıtruments aber wird bald das Wahre von dem Scheinbaren terscheiden lehren.

Wir fügen noch von diesen und den kleineren Mikroopen, wie sie von Plössl verfertigt werden, die Preise in ınv.-Münze oder Augsburger Courant bei. Das so eben anführte gröſste Instrument dieser Art kostet sammt seinem Kaen ohne Mikrometer 232 und mit demselben 322 Gulden; ei andere, stufenweise an Dimension und einzelnen Theilen s Apparats abnehmend, kosten 90, 80 und 40 Gulden; ein ınnenmikroskop mit vollständigem Apparate 100 Gulden, ne Loupe nach Wilson mit Fassung aus zwei achromatihen Linsen bestehend 5 Gulden, eine aplanatische Loupe mit vei achromatischen Linsen 5 bis 9 Gulden, ein botanisches landmikroskop mit Lieberkühn'schen Spiegeln, Objectnadel, incette u. s. w. 5 bis 12 Gulden.

L.

Milchstraſse.

Via lactea, Galaxia; Voie lactée, Voie de ait; *the milky Way, Galaxy.* So nennt man den ıellen, weiſslichen Streif, der sich rund um den Himmel ertreckt und in den an kenntlichen Sternen reichsten Gegenlen gleichsam einen lichten Hintergrund bildet. Die Milchtraſse schneidet die Ekliptik bei den Füſsen der Zwillinge, ;eht dann nördlich durch den Perseus und die Cassiopeja zum Kopfe des Cepheus und zum Schwane, dann in zwei Arme ;etheilt durch den Fuchs, den Adler, den Sobieski'schen Schild ıach dem Bogen des Schützen, und durch den Poniatowski'ichen Stier und den Arm und Fuſs des Schlangenträgers nahe ım Skorpione vorbei. Bei dem Sternbilde des Kreuzes kommt sie dem Südpole am nächsten, ist hier ziemlich schmal und geht so durch das Schiff und breiter werdend durch den vordern Theil des Einhorns gegen die Füſse der Zwillinge zu.

Sie bildet beinahe einen gröfsten Kreis der Kugel, ist
an Breite sehr ungleich und von dem Schwane bis
Schützen in zwei Arme getheilt. Ihr weifses Licht ist
Ursache ihres Namens.

Ueber die Meinungen der Alten sind in dem dem
tarch zugeschriebenen Buche *placita philosophorum*
irrige Meinungen angegeben, von Demokrit aber
sagt, dafs er sie schon als eine Sammlung unzähliger Ster
gesehn habe. Manilius führt aber diese Meinung in
Astronomicon an.

Sogleich nach Erfindung der Fernröhre erklärte Ga
mit Bestimmtheit die Milchstrafse für eine Vereinigung
zahlreicher kleiner Sterne[1]. Indefs konnten weder
seine Nachfolger in diesem zusammenfliefsenden Lichte
reicher Sterne überall die einzelnen Sterne erkennen;
wie schon das blofse Auge in der Gegend der Milch
eine überwiegend grofse Zahl von Sternen erkennt,
in andern Theilen des Himmels, so zeigen auch mäfsig
Fernröhre hier einen vorzüglichen Reichthum an Sternen
erst mit Hülfe von Fernröhren kenntlich werden. Hers
Beobachtungen haben gezeigt, dafs dieses Auflösen in
stufenweise immer vollständiger eintritt, je gröfser die
durchdringende Kraft des Fernrohrs wird, so dafs wir,
auch vielleicht an einzelnen Stellen der Milchstrafse wi
Nebelmassen seyn mögen[2], doch im Allgemeinen mit
sagen können, die Milchstrafse sey nichts anderes, als
zähliges Heer sehr entfernter Sterne, deren vereinter Gl
nen weifsen Schimmer hervorbringt, obgleich die ein
Sterne kaum erst bei bedeutender Vergröfserung mit se
starken Instrumenten erkannt werden können.

Kant[3] scheint der erste gewesen zu seyn, der
Mitte des vorigen Jahrhunderts darauf aufmerksam mach

---

1 Nuncius sidereus, in den Opere di Galileo Galilei. T
p. 331.

2 S. Art. *Nebelflecke.*

3 Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Him
Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Urspr
ganzen Weltgebäudes (zuerst 1755 herausgegeben). Vierte Auf
bei Webel 1808.

um den ganzen Himmel gehende Milchstrafse uns eine
t nach allen Seiten gleiche Austheilung der Sterne kennen
e. Er bemerkt, dafs auch die in dem weifslichen Streife
Milchstrafse nicht begriffenen Sterne doch desto gedräng-
tehn, je näher sie ihr sind, so dafs von den 2000 dem
en Auge sichtbaren Sternen der gröfste Theil in der Nähe
Milchstrafse gesehn werde. Er schliefst hieraus, dafs die
e alle nicht so gar weit von einer bestimmten Ebene ent-
sind, nach der Richtung dieser Ebene aber bis zu un-
slichen Räumen hinaus zerstreut liegen, indem nur so
wenig zahlreiche Erscheinen von Sternen in der Richtung
echt auf die Milchstrafse in Vergleichung gegen die zahl-
Heere von Sternen in der Milchstrafse erklärt werden
.

n diese Betrachtung knüpft schon Kant die Vermuthung,
die Nebelflecke ebensolche Systeme von Sternen sind,
so weit von uns entfernt, dafs sie ihrer als unermefslich
ehenden Gröfse ungeachtet nur unter einem so kleinen
nkel erscheinen und daher uns nicht mehr einzelne
zeigen können, wenn sie gleich uns durch den verei-
Glanz ihrer unzähligen Sterne noch als Nebelflecke sicht-
iben.

unsere Sonne beinahe selbst in der Ebene der Milch-
liegt und da wir nach allen Richtungen um uns Sterne
o gehört unsere Sonne mit zu diesem grofsen Sternsy-
indefs liegt sie nicht genau in der Ebene, die wir als
e dieses Systemes ansehn können, denn die Milch-
st kein genauer gröfster Kreis am Himmel. Uebrigens
auch die Austheilung der Sterne in dieser Sternschicht
eichmäfsig, wie schon die Zertheilung der Milchstra-
zwei Arme uns zeigt und auch aus andern Umständen
Läge unsere Sonne sehr viel weiter von der Mitte
chicht entfernt, so würde gegen den einen Pol der
fse hin der Himmel fast ganz sternenleer erscheinen,
würden die Sterne in der andern Hälfte des Him-
rängter seyn, und wir müssen wohl annehmen, dafs
giebt, auf denen nach der einen Seite nur noch sehr
einzelne Sterne, darüber hinaus aber Nebelflecke oder
entfernte Sternsysteme wahrgenommen werden.

Aehnliche Betrachtungen hat auch LAMBERT[1] ausgesp
chen, aber erst HERSCHEL hat durch Beobachtungen gen
gezeigt, wie richtig diese Ansichten ohne Zweifel sind. V
seinen Sternzählungen und seinen Versuchen, daraus die G
stalt des Sternsystems, worin wir uns befinden, anzugeben,
bereits oben[2] geredet worden, wo auch das Unzureichende d
Bestimmungen erwähnt ist. Später hat HERSCHEL selbst
die ungleiche Austheilung der Sterne aufmerksam gemacht
seine Ueberzeugung ausgesprochen, dafs die Milchstrafse
Sternen besteht, die auf eine ganz andere Weise zusamm
geordnet sind, als die uns unmittelbar umgebenden.

Die Milchstrafse, obgleich sie einen nirgends unterbroch
nen Ring um den Himmel bildet, ist doch keineswegs gle
förmig. Ihre Breite ist in einigen Gegenden (in der Geg
des Einhorns) nur 5 Grad, in andern 10 bis 16 Grad,
der Gegend des Antinous, wo sie in zwei Arme getrennt
gegen 22 Grad. Auch an Glanz zeigt sie sich ungleich,
dem wir bei β des Schwans, bei γ und wieder bei ζ h
Stellen finden, eine grofse helle Stelle bei der Cassiopeja
mehrere, dagegen lichtschwache Stellen an der Schulter d
Ophiuchos und an mehrern Orten. Ueber die ungleiche Au
theilung der Sterne, welche die Ursache dieses ungleich
Glanzes ist, giebt die Untersuchung mit Teleskopen von u
gleicher raumdurchdringenden Kraft nähere Bestimmung
HERSCHEL ordnete seine Fernröhre durch Bedeckungen d
Oeffnung so an, dafs sie doppelt, dreimal, viermal so t
als das blofse Auge, eindringen mufsten, und so untersuch
er einzelne Gegenden der Milchstrafse. Der helle Fleck
Degengriff des Perseus ist vermuthlich ein hervorragender Th
der in der Milchstrafse sichtbaren Sternsysteme. In ihm e
kennt man bei jeder Steigerung der raumdurchdringende
Kraft immer neue Sterne, und man hat daher Grund zu gla
ben, dafs sich hier Sterne, unter denen die nächsten in et
12 Siriusweiten liegen mögen, in ununterbrochener Folge b
zu 340 Siriusweiten und noch weiter an einander reihen. A
ähnliche Art, wie hier gleichsam ein Ast der grofsen Samm

---

1 Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbau
Augsburg 1761.

2 S. Art. *Fixsterne*. Bd. IV. S. 826.

g von Sternen sich gegen uns zu erstreckt, mögen auch ere hellere Theile der Milchstrafse abgesonderte Systeme r Haufen bilden. Im Allgemeinen stehen in diesen Sternfen, die sich uns in der Milchstrafse in einigen Gegenden ıängter zeigen, die Sterne wohl einander näher, als es bei uns zunächst umgebenden Sternen der Fall ist, die durch r grofse Räume von einander getrennt sind. Dieser min- Reichthum an Sternen oder die mindere Gedrängtheit der-ıen ist nach Herschel's Bemerkung nach einigen Richgen hin noch auffallender[1], indem selbst in der Milchstra- Stellen sind, wo zwar im äufsersten Hintergrunde eben der ichthum von Sternen kenntlich ist, aber die geringe Anzahl ifserer Sterne zu dem Gedanken Veranlassung giebt, dafs die ıeren Gegenden hier arm an Sternen sind. Solche Unterbrechun- der in der Schicht der Milchstrafse so unendlich reich aus-treuten Sterne zeigt uns auch der Zwischenraum zwischen zwei Armen, in welche die Milchstrafse sich in der Ge-d des Adlers und des Antinous theilt. Hier ist offenbar n so weit sich ausdehnender Raum mit Sternsystemen er-lt, statt dafs zu beiden Seiten sich eine so grofse Menge Sternen zeigt. Und noch auffallender scheint dieses bei in der Milchstrafse liegenden dunkeln Stellen, die man *Kohlensäcke* nennt, der Fall zu seyn. Sie befinden sich der Nähe des Kreuzes, eines nur in südlichen Gegenden htbaren Sternbildes, und zeichnen sich durch auffallende nkelheit aus; vermuthlich ist hier also, mitten zwischen den zu unendlichen Fernen an einander gereiheten Sternhaufen, fast ganz sternleerer Zwischenraum, der nur darum dun-l und um so auffallender abstechend erscheint, je glänzender diese Zwischenräume umgebende Milchstrafse ist[2].

Horner[3] hat eine Abbildung der Licht-Abstufungen der lchstrafse in der Gegend dieser dunkeln Flecke mitgetheilt, finde aber nicht, dafs er über die Ursache, warum diese ecke so dunkel erscheinen, etwas angiebt. Er bemerkt, dafs e Milchstrafse bei dem gröfsten der schwarzen Flecke am

---

1 Herschel's sämmtl. Schriften. Th. I. S. 334.

2 Diese Meinung hat schon Lacaille geäufsert. Mém. de Paris ur 1755. p. 194.

3 V. Zach Mon. Corr. T. X. p. 220.

hellsten, weit heller als in der Gegend des Schwans ist. Au
über die Helligkeit der Magellanswolken oder Cap'schen W
ken, welche abgesonderte helle Flecke, gleichsam abgetren
Stücke, der Milchstrafse sind, theilt er einige Bestimmun
mit; die gröfsere ist ungefähr so hell als die Milchstr
an jener hellsten Stelle. LACAILLE konnte in diesen M
gellanischen Wolken mit seinem 14fufsigen Fernrohre k
Sterne entdecken[1].

Genauere Beobachtungen hat DUNLOP mitgetheilt, we
in Paramatta beobachtete. Er sagt, die kleine Wolke gl
mit blofsem Auge gesehn, ziemlich einer kleinen Cirrus
das Fernrohr aber zeige sie den hellern Theilen der M
strafse gleich, obgleich nicht so sehr ausgestattet mit
Abstufungen kleiner Sterne; sie sey also vermuthlich ein
züglich schöner Theil derjenigen Nebulosität, aus we
der entlegenere Theil der Milchstrafse besteht. Die g
Wolke ist von unregelmäfsiger Gestalt und in Stücke
theilt; die ganze Gegend des Himmels von der Carls-
bis zu der grofsen Wolke ist nebelig. Diese grofse W
nimmt fast eine Stunde in gerader Aufsteigung und 1
Grade in Abweichung ein; Streifen von ungleich heller
bel, in welchen eine Menge kleiner Nebel und Sterne z
terscheiden sind, verbinden die am meisten hellen Theil
ser Lichtwolke. Beide Wolken hat DUNLOP abgebildet
die einzelnen Nebel genau beschrieben, so wie er an
dere Theile der südlichen Gegenden der Milchstrafse i
bildungen dargestellt hat. Höchst merkwürdig ist abe
folgende Angabe über die Lage dieser Wolken. Kei
beiden ist an der Stelle, die LACAILLE ihnen zueignet, u
gleich man hierbei nicht vergessen mufs, dafs LACAIL
mit mittelmäfsigen Instrumenten arbeitete, so ist doch je
Stern 30 des Dorado in starken, glänzenden Nebel ei
und dem hellsten Theile der gröfsern Wolke so nahe
man nicht einsieht, warum er dem Sterne einen Pla
rado und nicht vielmehr in der grofsen Wolke hätte a
sollen, wenn die Erscheinung so, wie sie jetzt ist, g
wäre. Ueber die schwarze Wolke an der Ostseite des
zes bemerkt er, dafs die Dunkelheit durch einen Ma

1 Mém. de Paris II. 31. und 1755. p. 194.

rnen hervorgebracht wird, indem sich blofs zwei oder drei
·ne siebenter Gröfse und sehr wenige achter und neunter
fse darin finden[1].

Herschel bringt die Bemerkung, dafs die Milchstrafse
ungleich an Licht sey und auch in ihr ein Hinstreben zur
lung einzelner, getrennt stehender Sternhaufen sich zeige,
dem Gedanken, dafs die Anziehung ein solches Bilden von
nhaufen zur Folge haben mufs, in Verbindung und sieht
es *Aufbrechen der Milchstrafse* als eine im Laufe der
tausende mehr und mehr eintretende Veränderung an. Die
ereinstimmung dieses Gedankens mit dem, was wir sonst
den Wirkungen der Anziehung wissen, ist klar, aber zu
ger Gewifsheit dürfen wir hier wohl nicht sobald zu ge-
en hoffen, da in den uns deutlicher sichtbaren Sterngrup-
, wie im Siebengestirn, uns keine Veränderungen kennt-
werden.

Ueber die Ausdehnung der Sternschicht, die sich in der
chstrafse darstellt, hat Herschel aus frühern Beobachtun-
einige Bestimmungen zu geben versucht; aber es ist ge-
, dafs sein 20fufsiges Teleskop, welches auf 900 Sirius-
ien reicht, das Ende dieser hinter einander liegenden Stern-
eme nicht erreichte, und er selbst ist der Meinung, dafs
ar das 40fufsige, wenn es gleich unsern Blick bis auf 2300
usweiten ausdehnt, doch ebenso unzureichend, um die äu-
ste Grenze der Milchstrafse zu erkennen, würde gefunden
rden.

---

1 Diese Abh. von Dunlop (Catalogue of Nebulae and Clusters of
rs in the southern Hemisphere) in den Phil. Transact. for 1828.
113. ist auch für die Kenntnifs der Beschaffenheit der Nebel und
rnhaufen sehr wichtig. Die Abbildungen und Beschreibungen der
bachteten Gegenstände geben schöne neue Beispiele zu dem, was
schel angegeben hat: Sternhaufen, die auflöslich sind und ein
en die Mitte dichteres Gedränge von Sternen zeigen; auflösliche
elflecke oder Sternhaufen von unregelmäfsiger Gestalt; Nebelflecke,
in ihrer Mitte einen Stern haben oder die zwei Sterne anschei-
d verbinden oder sonst in auffallender Verbindung stehen; Nebel-
ke, die eine Reihenfolge bilden; Sterne, deren Anordnung so auf-
end ist, dafs man geneigt wird, eine wahrhafte Verbindung zwi-
en ihnen vorauszusetzen; einen schönen runden Nebel von 5 Min.
chmesser, in dessen genauer Mitte sich ein scheibenförmiger Kern
15″ Durchmesser befindet, so als ob ein Planet mit einer sehr
ten Atmosphäre umgeben wäre, u. s. w.

So erscheint also das Sternsystem, in welchem Sonne sich als ein ziemlich isolirt stehender Stern und ner Gegend, wo die isolirten Sterne nicht so zahlr in andern Gegenden sind, befindet, als aus einer großer von Sternhaufen zusammengesetzt und ebenso kann wohl, wie Herschel vermuthet, unter den nicht zu Milchstraße gehörigen, uns sichtbaren Sternhaufen meh ben, die an einander gereiht vielleicht wieder in ein Schicht geordnet, als eine andere Milchstraße bilden einander zusammengehören, und so mag sich also, w nach der Analogie urtheilen, vielleicht selbst in dem nigermaßen sichtbaren Heere von nebligen Sternhauf als eine Milchstraße unsern Blicken darbieten.

l

Mineralogie.

Oryktognosie; *Mineralogia;* Mine *Mineralogy.*

Derjenige Theil der Naturbeschreibung, der die lien zum Gegenstande hat. Zu den Mineralien gel auf der Erde vorkommende, gleichartige, unorganisch sowohl einfache, als zusammengesetzte, sowohl feste, sige, nebst denjenigen von untergegangenen Pflan Thieren herrührenden organischen, welche zwar ein sche Mischung, aber keinen organischen Bau mehr wie Bernstein, Steinkohlen u. s. w. Luft und Wasser w vielen Mineralogen in das Gebiet ihrer Wissenschaft Ungleichartige unorganische Körper, z. B. Granit, g Ganze in das Gebiet der Geognosie und nur ihren Gemengtheilen nach in das der Mineralogie. Uebe organischen Reichs, die ihren organischen Bau beibe ben, sind Gegenstand der *Petrefactenkunde*, nicht neralogie. Während die *Geologie* die Entstehungs Mineralien betrachtet, lehrt die Mineralogie die geom physikalischen, chemischen und physiologischen Eig derselben. Sie zerfällt in den allgemeinen und den Theil. Ersterer begreift die Terminologie und die tion. Die Terminologie handelt, ohne Berücksichtig

zelnen Minerals, die Eigenschaften der Mineralien im All-
meinen ab, und zwar hinsichtlich der geometrischen den
sern und innern Bau; hinsichtlich der physikalischen das
cifische Gewicht, die Festigkeit und Flüssigkeit, die Härte
l Weichheit, die Geschmeidigkeit, Biegsamkeit und Sprö-
keit, die Durchsichtigkeit, die Lichtbrechung, den Glanz,
Farbe, das Farbenspiel, die Phosphorescenz, die Wärme-
ung, die Elektricitätsleitung, die Elektricitätserregung, den
gnetismus u. s. w.; hinsichtlich der chemischen Eigen-
aften das Verhalten im Feuer, gegen Luft, Wasser, Säu-
u. s. w. und hinsichtlich der physiologischen den Geruch
d Geschmack. Die Classification erörtert die verschiedenen
ten, die Mineralien einzutheilen. Entweder wird die Ein-
ilung nach den geometrischen, physikalischen und physio-
ischen Eigenschaften der Mineralien vorgenommen (soge-
nte naturhistorische Eintheilung), oder nach ihrer chemi-
en Natur (chemische Eintheilung). Da übrigens jene Ei-
schaften blofs eine Folge der chemischen Natur sind, nur
s auch die Art, wie sich die kleinsten Theile vereinigt ha-
, einen gewissen Einflufs auf die Eigenschaften ausübt[1],
erscheint es schon aus diesem Grunde zweckmäfsiger, die
mische Natur, als Ursache der Eigenschaften, zum höch-
n Eintheilungsprincip zu erheben, als die Eigenschaften,
ja nur das Secundäre sind[2]. In der speciellen Minera-
gie werden die einzelnen Mineralien nach ihren Eigen-
aften beschrieben, mit Angabe ihres Vorkommens und
ndortes.

Die Werner'sche Schule nimmt das Wort Mineralogie in
em weitern Sinne und begreift darunter: Oryktognosie (oder
, was man gewöhnlich Mineralogie nennt), mineralogische
emie, Geognosie, mineralogische Geographie und ökonomi-
e Mineralogie.

G.

---

1 Vergl. Bd. V. S. 1351.

2 Vergl. meine Abhandlung in v. LEONHARD's Zeitschrift für Mi-
ralogie. 1825. S. 322.

Mittag.

Mittagsgegend, Süden; *Meridies, Auste Plaga meridionalis seu australis;* Midi, Sud; *Sou Point of South.*

So nennt man im Allgemeinen diejenige Himmelsgegend welcher die Gestirne, aus unsern Gegenden betrachtet, i höchsten Stand über unserm Horizont erreichen. Genauer zeichnet man durch diesen Ausdruck diejenige Hälfte des *ridians*, in welcher das Zenith des Beobachters liegt und von den beiden Weltpolen begrenzt wird, während die dere Hälfte des Meridians, in welcher das Nadir liegt, *ternacht* genannt wird.

Mittag oder *Mittagszeit* (*Meridies*, *Midi*, *Noon*) der Augenblick, wo die Sonne ihren höchsten Stand am Hi mel hat, oder der Augenblick der *Culmination* der Sonn Die Astronomen fangen ihre Tage mit dem Mittage an, in de bürgerlichen Rechnung aber beginnt der Tag schon mit de jenem Mittage vorhergehenden Mitternacht. Diese doppel Zählung hat schon manche Irrung veranlafst, aber da kei der beiden Parteien sich nach der andern bequemen will, mufs man das Uebel eben bestehn lassen. Die französisch Astronomen haben zur Zeit der Revolution ihre Tage von Mitternacht angefangen, aber der neue Gebrauch ha keinen Bestand. Um eine auf astronomische Weise gegebe Tagszeit in bürgerliche Zählung zu verwandeln, bemerke m blofs, dafs die bürgerliche Rechnung immer um 12 Stund *mehr* zählt als die astronomische. Wenn daher die astrono mische Tagszeit von T Stunden gegeben ist, wo T von bis 24^h gezählt zu werden pflegt, wenn z. B. die T^{te} Stun des 10. Septembers irgend eines Jahres gegeben und in bü gerliche Zeit zu verwandeln ist, so hat man, wenn T klein als 12 Uhr ist, in bürgerlicher Rechnung ebenfalls den Sept. T Uhr und zwar *Abends*; ist aber T *gröfser* als 12 U so hat man dafür in bürgerlicher Rechnung den 11. Sept. (T — 12) Uhr *Morgens* zu setzen. So ist

Astron. Rechnung		Bürgerl. Rechnung
10. Sept. 8 Uhr	. . . .	10. Sept. 8 Uhr Abends,
10. Sept. 15 Uhr	. . . .	11. Sept. 3 Uhr Morgens

so fort in allen andern Fällen.

Noch unterscheidet man den wahren und den mittlern
:ag, wo sich jener auf die *wahre* und dieser auf die *mitt-*
Sonne bezieht[1]. In der bürgerlichen Rechnung gebraucht
den wahren, in der astronomischen aber den mittlern
:ag, weil nur der mittlere, nicht aber auch der wahre Tag,
ıer eine und dieselbe Länge hat.

Mittagsfläche ist die Ebene des *Meridians.*

Mittagskreis ist die Peripherie des *Meridians.*

Mittagslinie ist die Durchschnittslinie der Mittagsfläche mit
Horizonte. Sie ist der Durchschnitt des Meridians mit
Horizonte. Die Kenntnifs derselben ist zu vielen Zwecken
nützlich, z. B. zur Bestimmung der Weltgegenden, zur
gleichung der Sonnenuhren, zur Stellung der Uhren über-
pt u. s. w. Unter den vielen Methoden, eine solche Mit-
linie zu ziehn, ist die folgende eine der einfachsten. Man
e einen Stab vertical auf eine horizontale Ebene, und
:hreibe aus dem Fufspuncte des Stabes als aus einem Mit-
uncte mehrere concentrische Kreise. Man bemerke dann
jedem dieser Kreise diejenigen zwei Puncte, auf welche
und nach dem Mittage das Ende des Schattens des Sta-
füllt. Nimmt man die Mitte zwischen diesen zwei Pun-
ı desselben Kreises und zieht durch diese Mitte und durch
Fufspunct des Stabes eine gerade Linie in der horizonta-
Ebene, so ist diese gerade Linie die gesuchte Mittagsli-
Man sieht, dafs im Allgemeinen schon ein einziger Kreis
ügt und dafs die andern nur da sind, um gröfsere Si-
rheit in das Resultat zu bringen. Die Mittagslinien näm-
, die man auf diese Art aus jedem einzelnen Kreise und
in ihm befindlichen Puncten erhält, müssen mit den andern
tagslinien übereinstimmen, und wenn sie nur wenig unter
ınder abweichen, so nimmt man das Mittel aus allen.
ses Verfahren setzt voraus, dafs die Declination der Sonne[2]
ırend der Dauer dieser Beobachtungen dieselbe bleibt, was

1 Vergl. Art. *Sonnenzeit.*

2 S. Art. *Abweichung.* Bd. I. S. 128.

nicht der Fall ist. Allein die daraus folgende Correcti
für dieses Verfahren, das seiner Natur nach keine grofse S
gewähren kann, zu gering, als dafs man sie nicht g
übergehn sollte, besonders wenn man diese Beobachtung
Zeit der beiden Sonnenwenden anstellt, wo die Decl
der Sonne sich nur äufserst wenig ändert. Ganz auf d
Art entsteht auch der *Gnomon*, nur mit dem Unters
dafs er mit mehr Sorgfalt ausgeführt wird. Wenn m
eine solche Mittagslinie mit der gröfsten Genauigkeit zu
nomischen Zwecken ziehn oder wenn man sie durch
Provinzen und Länder fortführen will, so wird man s
zu derjenigen Methoden bedienen, die z. B. in LIT
th. u. pr. Astron. Bd. I. S. 212—221 angeführt sind.
man keine grofsen und kostbaren Instrumente, z. B. e
Passageninstrument, zu Gebote hat, so ist folgendes Ve
von ganz vorzüglicher Anwendbarkeit.

In einer willkürlichen Entfernung von dem Beoba
orte stelle man, in der Richtung des schon beinahe
ten Meridians, mehrere terrestrische Signale, am best
kel gefärbte Kugeln, auf und beobachte dann, mitte
Sextanten, vor und nach dem Mittage, von jedem d
gnale correspondirende Distanzen der Sonne, also z
jedem dieser Signale drei vormittägige und ebenso dr
grofse nachmittägige Distanzen. Nimmt man dann
zwischen den Beobachtungen der beiden gleichen I
des einen Signals, so wird diese zugleich die Zeit
ren Mittags seyn, wenn das Signal genau im Merid
Steht aber das Signal östlich vom Meridiane, so wird
aus gefolgerte Zeit gröfser seyn, als die des wahren
und umgekehrt. Dasselbe wird man für jedes and
haben. Hat man nun zugleich an demselben T
correspondirende Höhen der Sonne beobachtet [2], so e
daraus unmittelbar die Zeit des wahren Mittags, die
jenen Mittagen aus den Signalen verglichen sofort
zeigt, wie viel jedes derselben zu weit östlich ode
von dem wahren Meridiane absteht. Es versteht s
die correspondirenden Sonnenhöhen sowohl, als auch

1 S. v. ZACH in Mon. Corr. T. III.
2 S. Art. *Höhe* eines Gestirns. Bd. V. S. 281.

ndirenden Distanzen der Sonne von den Signalen wegen Declinationsänderung der Sonne vorerst verbessert werden en. Die erste Verbesserung ist a. a. O. bereits oben anben worden, für die zweite aber wird man auf folgende se verfahren. Ist φ die Polhöhe des Beobachtungsortes, Declination der Sonne, t die halbe Zwischenzeit der achtung und $d\delta$ die Aenderung der Declination in der dt, so wie h die Höhe des Signals, so hat man für die chte Correction den Ausdruck

$$\frac{d\delta}{15}\left\{\frac{\text{Cotg.}(\varphi+h)}{\text{Sin.}\,t}+\text{Tang.}\,\delta\ \text{Cotg.}\,t\right\}.$$

diese Weise fand v. ZACH am 7. April 1801 aus drei aufllten Signalen die corrigirten Mittage in seiner Uhrzeit edrückt:

von dem I. Signal . . .		11^h	$55'$	$52'',31$
II.	—	11	56	18,64
III.	—	11	56	48,57.

n die correspondirenden Sonnenhöhen selbst gaben ihm den girten, also den *wahren* Mittag

$$11^h\ 56'\ 52'',20.$$

us folgt, dafs das Signal III. unter allen am wenigsten, um $3'',63$ östlich vom Meridiane entfernt war. Es war das I. Signal von dem dritten um 68,6 Zoll und das ignal von dem dritten um 36,5 Zoll entfernt, während die hergehenden Beobachtungen zeigen, dafs die Mittage des I. III Signals um $56'',26$ und die des II. und III. Signals um ,93 von einander abstehn. Nennt man also x die Entferg des dritten Signals von dem wahren Meridiane, so folgt dem I. und III. Signale

$$x = 3,63 \cdot \frac{68,6}{56,26} = 4,426$$

aus dem II. und III. Signale

$$x = 3,63 \cdot \frac{36,5}{29,93} = 4,427,$$

dafs daher, im Mittel aus beiden Bestimmungen, das dritte nal um 4,4265 Zoll östlich vom Meridiane entfernt war. er dasselbe um 4,4265 westlich rücken und auch die übri-

gen beiden, der vorhergehenden Rechnung gemäſs, gebi
stellen lieſs, fanden sich nicht nur alle drei Signale, d
das Fernrohr seines Passageninstruments besehn, genau in
selben geraden Linie, sondern auch in dem Meridians
dieses Instruments. Auf diese Weise kann also, bloſs d
die Beobachtung eines einzigen Tags, eine Meridianlinie
Gegend von der Länge einer deutschen Meile mit der g
ten Schärfe gezogen werden. Wenn sich der Beobachter
folgenden Tage an den Ort verfügt, wo früher diese Si
standen, und dieselben Beobachtungen wiederholt, so wi
die Länge seiner Meridianlinie dadurch verdoppeln und
kurzer Zeit dieselbe durch sein ganzes Land ziehn kön
Dabei wollen wir noch bemerken, daſs diese so erhaltene
tagslinie, da sie ganz auf der Oberfläche der Erde liegt, k
gerade Linie mehr seyn kann, wie oben, bei der Erk
des Worts *Mittagslinie*, vorausgesetzt wurde. Wenn
aber nur einen kleinen Theil der durch das letzte Ver
erhaltenen krummen Linie, z. B. von der Länge einiger Kl
betrachtet, so wird man diese Theile ohne allen merkl
Fehler als eine gerade, mit der oben erwähnten Mittag
zusammenfallende Linie betrachten können. Genauer a
drückt ist also die Mittagslinie ein gröſster Kreis der
der durch den Beobachter und durch die beiden Pole
oder die Mittagslinie ist identisch mit der Peripherie des
schen Meridians und jene gerade Linie ist die Tangente
gröſsten Kreises.

Anders noch verhält sich die Sache, wenn die Erde
als eine Kugel, sondern wenn sie als ein Sphäroid, d.
ein Körper angenommen wird, der durch die Umdrehu
ner Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist, wie die
Theorie gemäſs seyn muſs, die von den Geometern
Gestalt der Erde aufgestellt worden ist[1].

1 Vergl. Laplace Exposition du Système du Monde. Ed.
p. 115.

Mittelpunct.

Centrum; Centre; *Centre*. In der Geometrie heifst ttelpunct derjenige Punct einer Figur oder eines Körpers, wel- r alle durch ihn gehenden geradlinigen Sehnen in zwei gleiche eile theilt. So hat man den Mittelpunct eines Kreises und er Kugel, aber auch den Mittelpunct einer Ellipse, eines rallelogramms u. s. w., wo in dem letzten die Sehnen statt rjenigen geraden Linien genommen werden, die durch den rchschnitt der beiden Diagonalen gehn. Nicht blofs Figu- n und Körper haben einen solchen Mittelpunct, so dafs man Untersuchung über die mit einem Mittelpuncte versehenen rven und Flächen als einen eigenen Zweig der Geometrie trachten kann, sondern dieses Wort wird auch in mehrern dern Wissenschaften unter verschiedenen Bedeutungen ge- aucht, von welchen wir hier die vorzüglichsten kurz ange- n wollen.

I. *Mittelpunct der Anziehung*, zur Mechanik gehörend, der Punct, in welchen man die anziehende Kraft versetzt nkt. So ist die Sonne der Mittelpunct der Anziehung des anetensystems; so ist der geometrische Mittelpunct der Erde gleich der Mittelpunct der Anziehung für alle Massenelemente, s welchen die Erde besteht, weil alle diese Massen gegen n geometrischen Mittelpunct der Erde gravitiren oder von m angezogen werden. Eine Kugel zieht im Gegentheile je- n aufser ihr gelegenen Punct so an, als ob die ganze Masse r Kugel in ihrem geometrischen Mittelpuncte vereinigt wäre, orausgesetzt dafs die Anziehung der Kugelmasse sich ent- eder wie die Entfernung oder auch verkehrt wie das Qua- rat der Entfernung des angezogenen Punctes verhält. In die- n beiden Fällen ist also der geometrische Mittelpunct der ugel auch zugleich der Mittelpunct der Anziehung derselben, allen andern Fällen aber sind diese beiden Mittelpuncte von inander verschieden. Jene beiden Fälle sind aber die der atur. Denn eine körperliche, d. h. mit Masse angefüllte phäre zieht jeden *innern* Punct dieser Sphäre mit einer raft an, die der Distanz dieses Punctes vom Mittelpuncte der ugel proportional ist, und im Gegentheile jeden *äufsern* Punct

mit einer Kraft, die sich verhält wie verkehrt das Quadrat d
Entfernung dieses Puncts von dem Mittelpuncte der Kugel. D
ser letzte Umstand ist die Ursache, dafs wir, bei der Bere
nung der Anziehungen, welche die Körper des Himmels u
ter einander ausüben, diese Körper, ihrer Gröfse ungeach
als blofse Puncte betrachten können. Ohne diese Abkürz
würde unsere mathematische Analyse, so sehr sie auch bi
vervollkommnet seyn mag, nicht hinreichen, auch nur die a
fallendsten Erscheinungen in der Bewegung des Weltsyst
darzustellen. Wenn z. B. die Planeten und Kometen, s
der Kugelform, die sie sehr nahe haben, die Gestalt von
lindern oder von sehr langgestreckten Parallelepipeden hä
so würden wir ihre Bewegung um die Sonne nicht mehr
berechnen im Stande seyn.

II. *Mittelpunct des Gleichgewichts.* Wenn in ei
Systeme von Körpern, die unter einander auf irgend
Weise verbunden seyn mögen, auf jeden dieser Körper g
bene Kräfte wirken, so giebt es im Allgemeinen in jedem
chen Systeme einen Punct, der, wenn er unterstüzt oder
festigt wird, das System, ungeachtet der Wirkung jener K
im Gleichgewichte oder in Ruhe erhält. Wenn diese K
blofs von der *Schwere* der Erde, also von unter sich p
lelen Kräften getrieben werden, so heifst dann dieser M
punct des Gleichgewichts der *Schwerpunct* des Systems.
Schwerpunct ist also nur als ein specieller Fall von dem
telpuncte des Gleichgewichts zu betrachten[1].

Die Richtung der Schwere würde bei einer vollko
kugelförmigen Erde für alle Puncte ihrer Oberfläche
dem geometrischen Mittelpuncte derselben gerichtet seyn
würde nämlich in der Richtung der Normalen dieser F
d. h. in der Richtung der Halbmesser der Kugel liegen
bei der Kugel alle Halbmesser zugleich Normalen sind
auf der Oberfläche derselben senkrecht stehn. Da aber di
an ihren Polen abgeplattet ist oder da sie, der Theori
mäfs, die Gestalt eines Körpers hat, der durch die U
hung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist, s

---

1 Wie dieser Schwerpunct für Linien, Flächen und Kö
funden wird, ist oben im Art. *Mechanik* und in einem eige
Schwerpunct gezeigt.

e Richtung der Schwere, die immer in der Normale jeder
berfläche liegt, nur in den Puncten des Aequators und in
n beiden Polen durch den geometrischen Mittelpunct der
de gehn, in allen übrigen Puncten der Erdoberfläche aber
ben diesem Mittelpuncte vorbeigehn.

III. *Mittelpunct der Kräfte* ist mit dem bereits erwähn-
n Mittelpuncte der Anziehung gewöhnlich gleichbedeutend.
der Mechanik unterscheidet man überhaupt zwei Gattungen
n Kräften. Die *ersten* haben unter sich parallele Richtun-
n, wie z. B. die Schwere der Erde, wenigstens in kleinen
ntfernungen über ihrer Oberfläche. Obschon nämlich die
chwere oder die Anziehung der Erde auf Körper aufser ih-
r Oberfläche durchaus nahe gegen den Mittelpunct der Erde
richtet ist, so können doch diejenigen geraden Linien, die
an nahe an der Erdfläche, wo wir allein Versuche anstellen
önnen, als Verlängerungen der Erdhalbmesser zieht, ohne
erklichen Fehler als unter sich parallele Linien angesehn
erden, und wir dürfen daher sagen, dafs in der Nähe der
berfläche der Erde die Richtungen der Schwere alle unter
ich parallel sind, obschon sie, verlängert in dem Mittelpuncte
er Erde zusammenkommen. Unter dieser Voraussetzung be-
rachtet man z. B. die Bewegung der auf der Erde schief gegen
en Horizont geworfenen Körper. Wenn man aber auch die
ewegung derjenigen Körper, z. B. des Mondes, die weiter
on der Erde entfernt sind, unter dieser Voraussetzung be-
rachten wollte, so würde man dadurch in sehr grofse Fehler
erfallen, weil hier die Richtungen der Halbmesser der Erde
is zum Monde fortgesetzt schon sehr merklich von der pa-
allelen Lage abweichen. Dasselbe ist der Fall mit der Be-
wegung der Erde und aller Planeten um die Sonne. Hier
immt man also der Natur der Sache gemäfs an, dafs die
Kraft ihren Sitz in dem Mittelpuncte jenes anziehenden Kör-
pers, z. B. in dem Mittelpuncte der Sonne, habe und dafs ihre
Wirkungen, gleichsam wie die Strahlen eines daselbst befind-
lichen Lichtes, nicht mehr parallel fortgehn, sondern diver-
girend aus dem Mittelpuncte der Sonne auslaufen. Solche
Kräfte werden daher Centralkräfte genannt und der Punct, den
man als den Sitz einer solchen Centralkraft betrachtet, heifst
der Mittelpunct dieser Kraft.

IV. *Mittelpunct der Masse oder der Trägheit.* Dieser Aus-

druck ist gleichbedeutend mit „*Schwerpunct.*“ EULER hat ihn zuerst in seiner *Theoria motus corp. rigidorum* eingeführt. So oft nämlich parallele Kräfte auf eine körperliche Masse wirken, läfst sich die ganze Wirkung dieser Kräfte in irgend einem Puncte der Masse vereinigt denken, ohne den Erfolg, welchen diese Kräfte hervorbringen, dadurch abzuändern. Diefs ist z. B. der Fall, wenn ein horizontaler Wind auf einen Windmühlflügel wirkt, selbst wenn man von der Schwere der Erde ganz abstrahirt. Man kann übrigens zeigen, dafs dieser Punct, z. B. hier des Flügels, mit dem Schwerpuncte desselben identisch ist.

V. *Mittelpunct*, *phonischer*, ist der Ort, an welchem sich bei einem Echo, das mehrere Sylben wiederholt, die redende Person stellen mufs, um das Echo am besten zu hören.

VI. *Mittelpunct der Schwere* ist dasselbe mit „*Schwerpunct.*“

VII. *Mittelpunct des Schwungs* (*Centrum oscillationis*) ist derjenige Punct eines zusammengesetzten Pendels[1], in welchem die ganze schwere Masse dieses Pendels vereinigt um denselben Aufhängepunct ebenso schnelle Schwingungen machen würde, als das zusammengesetzte Pendel selbst macht. Sey ac ein einfaches und AC ein zusammengesetztes Pendel, die beide um den Punct a oder A gleich schnell schwingen. Nimmt man den Punct O in dem letzten Pendel so an, dafs die Distanz AO gleich ac oder gleich der Länge des einfachen Pendels ist, so ist O der Mittelpunct des Schwungs für das zusammengesetzte Pendel AC. Demnach genügt es also, bei einem zusammengesetzten Pendel AC blofs den Mittelpunct O des Schwungs zu kennen, um seine ganze Theorie auf die des einfachen Pendels zurückzuführen. Denn das zusammengesetzte Pendel schwingt dann vollkommen so, wie ein einfaches Pendel von der Länge AO schwingen würde, wenn in dem Puncte O die ganze schwere Masse des zusammengesetzten Pendels AC vereinigt ist.

Fig. 308.

Es ist bereits oben[2] gesagt worden, wie wichtig diese Aufgabe für die Wissenschaft geworden ist und welche Mühe

1 S. Art. *Pendel.* Bd. VII. S. 310 u. 336 ff.
2 S. Art. *Mechanik.*

gekostet hat, sie vollkommen aufzulösen. Dieses Problem
t in der Geschichte der Mechanik Epoche gemacht und ihm
rdankt man vorzüglich die gegenwärtige, in so hohem Grade
rvollkommnete Gestalt dieser Wissenschaft. MERSENNE hat
erst im J. 1646 diese Aufgabe der Geometrie vorgelegt und
JYGHENS hat zuerst eine genügende Auflösung derselben ge-
ben. Das Resultat dieser Auflösung besteht kurz in Fol-
ndem.

Sey $ABB'B''$.. eine gerade Linie ohne Schwere, in meh-
en ihrer Puncte B, B', B''.. mit Körpern belegt, deren Mas-
n in derselben Ordnung m, m', m''.. seyn sollen, während
ir die Entfernungen der Schwerpuncte dieser Massen von
m Aufhängepuncte A des auf diese Weise zusammengesetz-
n Pendels AB, AB', AB''.. durch a, a', a''.. bezeichnen
ollen. Ist nun wieder O der Mittelpunct des Schwungs die-
s zusammengesetzten Pendels und $AO = u$ die Entfernung
sselben von dem Aufhängepuncte A, so hat man, nach
UYGHENS Auflösung, für den gesuchten Werth von u den
ısdruck

$$u = \frac{a^2 m + a'^2 m' + a''^2 m'' + ..}{a m + a' m' + a'' m'' + ..}$$

ler kürzer mit dem bekannten Summenzeichen

$$u = \frac{\Sigma . a^2 m}{\Sigma . a m}.$$

an pflegt aber in der Statik das Product der Masse in die
ntfernung derselben von dem Umdrehungspuncte das *stati-
he Moment* und das Product der Masse in das Quadrat die-
r Entfernung das *Trägheitsmoment* dieser Masse zu nennen.
emnach ist die gesuchte Distanz des Schwingungspuncts von
m Aufhängepuncte gleich der Summe der Trägheitsmomente,
vidirt durch die Summe der statischen Momente aller Massen,
s welchen das zusammengesetzte Pendel besteht.

Wendet man diesen Ausdruck auf gegebene Flächen oder
örper an, so wird man, wenn dm das Differential der Flä-
ne bezeichnet, statt m die Gröfse $\int\int dx\,dy$ und bei den Kör-
ern die Gröfse $\int\int\int dx\,dy\,dz$ setzen und den Werth der Grö-
e a der Aufgabe gemäfs annehmen. Da in dem Art. *Pendel*[1]
ur ein specieller Fall, der einer ganzen Kugel, angeführt wor-

1 Bd. VII. S. 337.

den ist und mehrere andere ebenso oft vorkommen könne
so wird es nicht unangemessen erscheinen, wenn hier eini
der vorzüglichsten dieser besondern Fälle, zugleich mit i
rem allgemeinen Ausdrucke, kurz zusammengestellt werden.

A. Schwingungen der Flächen nach der Kante.

Fig. 309. Sey OC eine auf die Ebene des Papiers senkrecht s
hende, hier als horizontal gedachte Axe, um deren Pun
eine gegebene krumme Fläche MAN so schwingt, da
immer in der Ebene des Papiers bleibt. Eine solche Sch
gung wird *oscillatio in latus* genannt.

Sey OA = h eine unbiegsame Linie ohne Schwere,
welche die Fläche MAN an den Schwingungspunct O be
ist, und setzen wir voraus, dafs diese Linie OA ver
die Fläche MAN in zwei gleiche und ähnliche Theile
so dafs also beide Hälften der Fläche zu den beiden S
der Geraden OAP symmetrisch liegen.

Setzt man dann die auf einander senkrechten Coo
ten AP = x und PM = PN = y, so hat man, mittel
vorigen Ausdrucks, für die gesuchte Entfernung OU =
Schwingungspuncts U dieser Fläche von dem Aufhängep
O die Gleichung

$$u = \frac{\int(h+x)^2 y\,dx + \frac{1}{3}\int y^3 dx}{\int(h+x) y\,dx}.$$

I. Um einige besondere Fälle dieses allgemeinen
Fig. 810. drucks anzuführen, sey die Figur BDbd ein Rechteck,
sen Seiten Bb = Dd = a und BD = bd = b sind. Hi
demnach die Ordinate y constant und gleich b, also a
Zähler des Bruchs u gleich

$$\int(h+x)^2 b\,dx + \frac{b^3}{3}\int dx = \frac{1}{3}b(h+x)^3 + \frac{b^3 x}{3} + \text{Co}$$

und der Nenner $\int(h+x)b\,dx = \frac{1}{2}b(h+x)^2 + \text{Const}$

Sollen diese Integrale mit x zugleich verschwin
ist die Constante gleich $-\frac{1}{2}h^2 b$, also auch die ges
stanz u des Mittelpunctes des Schwunges vom Aufhäng
O des Rechtecks

$$u = \frac{2}{3}.\frac{(h+x)^3 + b^2 x - h^3}{(h+x)^2 - h^2}.$$

ı=0, also der Aufhängepunct in A, so hat man

$$u = \frac{2}{3} \cdot \frac{x^2 + b^2}{x}.$$

ɔ = 0, so hat man für eine in A befestigte geradlinige ge (ein sehr dünnes Parallelepipedum oder einen sehr dün- Cylinder), dessen Länge x ist,

$$u = \frac{2}{3} x.$$

II. Für ein gleichschenkliges Dreieck ABD sey die Höhe ıelben $AE = a$ und die Basis $BD = b$, also $BE = ED = \frac{1}{2} b$. Fig. 311.

ımt man wieder $AP = x$ und $PM = y$, so ist $y = \frac{bx}{2a}$ und

ıer, für $x = a$, die gesuchte Distanz

$$u = \frac{24 h^2 + 32 a h + 12 a^2 + b^2}{24 h + 16 a};$$

$h = 0$, wenn das Dreieck in seinem Scheitel A befestigt hat man

$$u = \frac{12 a^2 + b^2}{16 a},$$

$a = b$ ist

$$u = \frac{13 a}{16},$$

$a = \frac{b}{2} \sqrt{3}$, das heifst, für ein gleichseitiges Dreieck, von m jede Seite gleich b ist, ist

$$u = \frac{5 b}{4 \sqrt{3}}.$$

ird endlich das gleichschenklige Dreieck ABD in der Mitte seiner Basis befestigt, so dafs der Aufhängepunct in E fällt, ıd ist wieder $AE = a$ und $BD = b$, so findet man

$$u = \frac{4 a^2 + b^2}{8 a}.$$

III. Für eine in ihrem Scheitel A befestigte Parabel MAN ıt man, wenn a ihren Parameter bezeichnet, $y^2 = a x$, also ıch die Distanz u des Schwingungspuncts von dem Aufhän- puncte A oder Fig. 312.

$$u = \frac{15 x + 7 a}{21}.$$

IV. Für einen Kreisabschnitt MAN, der in der Mitte A Fig. 313.

seines Bogens MAN aufgehängt ist. Nimmt man $AP = x$, PM = y und setzt man den Halbmesser des Kreises gleich a, so hat man $y^2 = 2ax - x^2$, also auch

$$u = \frac{\int x^2 (2ax - x^2)^{\frac{1}{2}} dx + \frac{1}{3} \int (2ax - x^2)^{\frac{3}{2}} dx}{\int x (2ax - x^2)^{\frac{1}{2}} dx}.$$

Setzt man nach der Integration dieses Ausdrucks $x = 2a$, so erhält man für die gesuchte Distanz bei dem ganzen Kreise

$$u = \frac{5}{4} a.$$

B. Schwingungen der Flächen nach der Breite.

Fig. 809. Sey CO eine horizontale Axe in der Ebene des Papiers. An dem Puncte O derselben werde durch die senkrechte, nicht biegsame Stange OA eine krumme Linie MAN so befestigt, dafs die Ebene dieser Figur ebenfalls in die hier als vertical gedachte Ebene des Papiers fällt. Wird dann diese Fläche MAN durch einen auf sie senkrechten Stofs in Bewegung gesetzt, so wird sie um den Punct O so schwingen, dafs sie zu beiden Seiten der Ebene des Papiers aus dieser Ebene austritt oder dafs jeder Punct dieser Figur, während der Schwingung, immer gleich weit von der horizontalen Axe entfernt bleibt. Eine solche Schwingung der Fläche MAN heifst *oscillatio in planum*.

Nennt man wieder h die Entfernung OA und nimmt man an, dafs die krumme Linie MAN zu beiden Seiten der verticalen Linie OAP symmetrisch liegt, so sey, wie oben, $AP = x$ und $PM = y$. Dieses vorausgesetzt kann man das Element der Flächenmasse PMpm durch den Ausdruck $dx\,dy$ vorstellen, die Entfernung desselben von dem Aufhängepuncte O wird aber $h + x$ seyn, so dafs man daher für die Distanz u des Schwingungspunctes der Fläche von ihrem Aufhängepuncte sofort den Ausdruck hat

$$u = \frac{\int (h + x)^2 . y\,dx}{\int (h + x)\,y\,dx}.$$

Fig. 814. I. Ist die Figur ein Rechteck BCDE und wird dasselbe in der Mitte A einer seiner Seiten aufgehängt, so sey $BC = DE = 2a$ und $BD = CE = b$. Setzt man dann $AP = x$ und PM = y

ist $y = \frac{1}{2}a$ eine constante Gröfse, und da für diesen be-
ıdern Fall $h = 0$ ist, so hat man

$$u = \frac{\frac{1}{2}a\int x^2 dx}{\frac{1}{2}a\int x dx} = \frac{2}{3}x,$$

) auch für das ganze Rechteck $u = \frac{2}{3}b$, eine von der Breite
les Rechtecks unabhängige Gröfse. Daraus folgt sofort, dafs
h für eine geradlinige Stange ohne Dicke oder doch von sehr
inger und in allen ihren Theilen gleich grofser Dicke, wenn
se Stange an einem ihrer Endpuncte A aufgehängt wird, die
tanz des Schwingungspuncts

$$u = \frac{2}{3}b$$

n wird, wo $AF = b$ die Länge dieser Stange bezeichnet,
reinstimmend mit dem, was oben (A. I.) gefunden wurde.

II. Für ein gleichschenkliges Dreieck ABE, das um sei- Fig.
Scheitel A schwingt, sey $AD = a$ die Höhe und $BE = b$ 815.
Basis desselben, so ist, wenn wieder $AP = x$ und $PM = y$
etzt wird,

$$y = \frac{bx}{2a}$$

l daher die gesuchte Distanz

$$u = \frac{3}{4}x,$$

) auch für das ganze Dreieck, wenn $x = a$ ist, $u = \frac{3}{4}a$.
ein gleichseitiges Dreieck ist $2a = b\sqrt{3}$ und daher eben-
s $u = \frac{3}{4}x$.

Soll aber der feste Punct, um welchen das gleichschenkli-
Dreieck schwingt, in der Mitte D der Basis liegen, so wird
n in dem vorhergehenden allgemeinen Ausdrucke $a - x$ statt
etzen, während y unverändert bleibt, wodurch man erhält,
wieder $h = 0$ ist,

$$u = \frac{\int (a-x)^2 \frac{bxdx}{2a}}{\int (a-x)\frac{bxdx}{2a}} \text{ oder } u = \frac{6a^2 - 8ax + 3x^2}{6a - 4x},$$

$AP = x$ ist, so dafs man daher für $x = a$ oder für das
ıze Dreieck hat

$$u = \frac{1}{2}a.$$

III. Für die Parabel MAN, die um ihren Scheitel A Fig.
ıwingt, hat man, wenn der Parameter derselben a ist, 812.
$= ax$, also auch

$$u = \frac{5}{7}x.$$

C. Schwingungen der Körper.

Wir betrachten hier der Kürze wegen nur diejenigen Kör-per, welche durch die Umdrehung einer Curve um eine gradlinige Axe entstehn. Sey $OA = h$, $AP = x$ und $PM = y$, wo y in der Verlängerung der verticalen Drehungsaxe O liegt.

Fig. 316.

Dieses vorausgesetzt findet man leicht aus dem oben gegebenen allgemeinen Ausdrucke für u bei jedem Rotations-körper

$$u = \frac{\int (h+x)^2 . y^2 dx + \frac{1}{4}\int y^4 dx}{\int (h+x) . y^2 dx}.$$

I. Ist AM ein Kreisbogen des Halbmessers a, so hat man $y^2 = 2ax - x^2$. Substituirt man diesen Werth von y in den vorhergehenden Ausdruck und nimmt man die drei Integrale so, dafs sie mit x zugleich verschwinden, so erhält man für die Distanz des Schwingungspuncts eines *Kugelsegments* von seinem Aufhängepuncte O an den Ausdruck

$$u = \frac{ha^2 + \frac{a}{3}(a^2 - h^2 + 4ha) + \frac{x^2}{4}(a - 2h) - \frac{3}{5}}{ha + \frac{x}{3}(2a - h) - \frac{1}{4}x^2}$$

Für die halbe Kugel ist $x = a$ und daher

$$u = \frac{26a^2 + 110ah - 20h^2}{25a + 40h}.$$

Nimmt man $h = 0$ an, oder soll das Kugelsegment um seinen höchsten Punct A schwingen, so hat man

$$u = \frac{20a^2 + 15ax - 9x^2}{5(8a - 3x)}$$

und für die *halbe Kugel*

$$u = \frac{26}{25}a.$$

Für die *ganze Kugel* endlich ist $x = 2a$ und daher

$$u = \frac{7a^2 + 10ha + 5h^2}{5(a+h)}.$$

Setzt man $h = k - a$, so wird

$$u = k + \frac{2a^2}{5k}.$$

Für $h = 0$ oder $k = a$ endlich ist

$$u = \frac{7}{5}a.$$

II. Für einen Cylinder BCD, der in dem Mittelpuncte A Fig. 317. einer obern Basis befestigt ist, sey die Höhe des Cylinders $AB = a$ und der Halbmesser seiner kreisförmigen Basis $C = AD = b$, so hat man, wenn man $AP = x$ setzt und dem allgemeinen Ausdrucke für u die Gröfse $y = b$ und $= 0$ annimmt,

$$u = \tfrac{2}{3}x + \frac{b^2}{2x}.$$

ür $b = 0$, das heifst, für eine sehr dünne geradlinige Stange ird $u = \tfrac{2}{3}x$, wie zuvor.

III. Für einen in seinem Scheitel A aufgehängten Kegel, Fig. 315. essen Höhe $AD = a$ und Halbmesser der Basis $BD = DE = b$ t, hat man, wenn $AP = x$ und $PM = y$ ist,

$$y = \frac{bx}{a},$$

o auch, da $h = 0$ ist,

$$u = \tfrac{4}{5}x + \frac{b^2 x}{5a^2},$$

o auch für den ganzen Kegel, wo $x = a$ ist,

$$u = \tfrac{4}{5}a + \frac{b^2}{5a}.$$

IV. Für ein Paraboloid, das durch Umdrehung einer Pa- Fig. 312. el MAN um ihre Axe AP entstanden ist, hat man $y^2 = ax$, o auch

$$u = \frac{a + 3x}{4}.$$

V. Für ein Ellipsoid, das durch Umdrehung einer Else um ihre grofse Axe entstanden ist, hat man $y^2 = 2px - \frac{px^2}{a}$, a die halbe grofse Axe und p den halben Parameter der lipse bezeichnet. Wird also das Ellipsoid in dem einen dpuncte seiner grofsen Axe befestigt, so hat man aus dem rhergehenden allgemeinen Ausdrucke

$$u = \frac{6ax(5a - 2x) + p(20a^2 - 15ax + 3x^2)}{5a(8a - 3x)};$$

das halbe Ellipsoid ist $x = a$, also auch

$$u = \frac{8p + 18a}{25};$$

das ganze Ellipsoid aber ist $x = 2a$ und daher

$$u = \frac{p + 6a}{5}.$$

Setzt man endlich $p = a$, so erhält man in diesem Falle für die ganze Kugel

$$u = \frac{7}{5} a, \text{ wie zuvor.}$$

Fig. 318. VI. Für ein Kugelsegment MDNP endlich, das im Mittelpuncte A der Kugel aufgehängt wird, hat man, wenn $AP = x$ und $PM = y$ ist, $y^2 = a^2 - x^2$, wo a den Halbmesser der Kugel bezeichnet. Also hat man auch für das Stück BACMN der Kugel

$$u = \frac{10a^2x^2 - 9x^4 + 15a^4}{30a^2x - 15x^3},$$

für $x = a$ oder für die Halbkugel ist daher

$$u = \frac{16}{15} a.$$

VIII. *Mittelpunct des Stoſses* (*centrum percussionis*). So wird diejenige Stelle eines Körpers genannt, wo man sich die ganze Wirkung des Stoſses, den er von einem andern Körper erhält, vereinigt vorstellen kann, so daſs, wenn diese Stelle hinlänglich befestigt ist, der Stoſs keine Bewegung des gestoſsenen Körpers hervorbringen kann. Wallis hat diese Benennung zuerst eingeführt, aber den Mittelpunct des Stoſses und den so eben betrachteten Mittelpunct des Schwungs, bei seiner analytischen Ableitung desselben, verwechselt, wodurch Stone, Jacob Bernoulli u. A. verleitet wurden, beide Mittelpuncte für identisch zu halten, was sie doch nur in einigen besondern Fällen sind, wie zuerst Joh. Bernoulli gezeigt hat[1].

IX. *Mittelpunct der Umdrehung* (*centrum rotationis*). Wenn ein Körper, z. B. eine Kugel, einen Stoſs erhält, dessen Richtung nicht durch ihren Mittelpunct geht, so wird dieser Stoſs nicht bloſs eine progressive, sondern auch zugleich eine rotirende Bewegung der Kugel zur Folge haben. Dabei muſs es nun in dem Körper einen Punct geben, der durch die progressive Bewegung ebensoweit vorwärts, als durch die rotirende Bewegung rückwärts getrieben wird, der also in Ruhe bleibt, während alle andere Puncte des Körpers sich bewe-

1 In Karsten's Lehrbegriff der Mathem. Th. IV. Abschn. 15 wird die Lehre vom Mittelpuncte des Stoſses umständlich vorgetragen.

en. Dieser Punct heifst der Mittelpunct der Umdrehung und ein Ort ist, bei fortdauernder Bewegung, in dem Körper offenbar veränderlich.

Ein solcher *excentrischer* (nicht durch den Mittelpunct gerichteter) Stofs hat wahrscheinlich die doppelte Bewegung der Planeten hervorgebracht, mit welcher sie um die Sonne und zugleich um ihre eigene Axe sich bewegen. Von diesen beiden Bewegungen heifst die erste die *jährliche* und die andere die *tägliche* Bewegung des Planeten.

Sey a die Entfernung der Richtung dieses ursprünglichen Stofses von dem Mittelpuncte des Planeten, den wir hier als eine Kugel vom Halbmesser r betrachten und dessen Masse m seyn soll. Nennt man u die *Winkelgeschwindigkeit der Rotation* und k die Intensität oder die Stärke jenes ursprünglichen Stofses, so hat man, nach den ersten Gründen der Dynamik,

$$du = \frac{akdt}{\int r^2 dm},$$

wo dt das constante Element der Zeit bezeichnet. Ist dann ebenso ν die Geschwindigkeit der progressiven Bewegung des Planeten um die Sonne und p die Kraft, welche diese Bewegung erzeugt, so ist $d\nu = p\,dt$. Da aber diese Kraft p als von dem ursprünglichen Stofse erzeugt seyn soll und die Wirkung dieses Stofses desto kleiner seyn wird, je gröfser die Masse des Planeten ist, so hat man auch $p = \frac{k}{m}$ oder

$$d\nu = \frac{kdt}{m}.$$

Nennt man aber R die ursprüngliche Entfernung des Planeten von der Sonne und du′ die augenblickliche Winkelgeschwindigkeit der progressiven Bewegung des Planeten um die Sonne, so ist

$$du' = \frac{d\nu}{R} = \frac{kdt}{mR}.$$

Man hat daher für das Verhältnifs der täglichen und jährlichen Winkelgeschwindigkeit des Planeten

$$\frac{du}{du'} = \frac{amR}{\int r^2 dm}.$$

Allein ist T die jährliche Umlaufszeit des Planeten und t die Zeit der täglichen Rotation desselben, so ist auch

$$\frac{du}{du'} = \frac{T}{t}.$$

Setzt man daher diese beiden Werthe von $\frac{du}{du'}$ einander glei[ch]

so erhält man

$$a = \frac{T}{mR} \cdot \frac{\int r^2 dm}{t},$$

und dieses ist daher der Abstand a der Richtung des Sto[ßes]
den der Planet im Anfange seiner Bewegung erhalten hat, [von]
dem Mittelpuncte desselben.

Um dieses auf die Planeten unseres Sonnensystems an[zu]wenden, werden wir bemerken, daſs für eine Kugel [vom]
Halbmesser r das Moment der Trägheit[1] gleich $\int r^2 dm = \frac{2}{5}$[…]
ist, so daſs man demnach hat

$$a = \frac{2 T r^2}{5 R t}.$$

Für die Erde hat man bekanntlich $\frac{T}{t} = 366{,}256$ und $\frac{r}{R} = \text{Sin.}$[…]

oder $\frac{r}{R} = 0{,}0000417$; also ist auch $a = 0{,}0061$ Erdhalbm[es]ser oder nahe 5,24 geogr. Meilen. Der erste Stoſs, wel[cher]
unserer Erde ihre doppelte Bewegung, um die Sonne und [um]
sich selbst, gegeben hat, hatte also die Richtung einer g[era]den Linie, die um $\frac{6}{1000}$ des Halbmessers der Erde oder
nahe $5\frac{1}{4}$ geogr. Meilen von dem Mittelpuncte der Erde [in]
senkrechter Richtung abstand.

Für Jupiter ist $\frac{T}{t} = 10476$ und $\frac{r}{R} = 0{,}000087$, also
$a = 0{,}365$ Halbmesser des Jupiter; der Werth von [a ist]
daher für Jupiter viel gröſser, als für die Erde, dah[er sich]
auch jener viel schneller um seine Axe dreht, als diese. [Für]
den Mond der Erde ist $\frac{T}{t} = 1$ und $\frac{r}{R} = 0{,}0045$, also
$a = 0{,}0018$ Halbmesser des Mondes.

Ist wieder u die tägliche und u′ die jährliche Win[kelge]schwindigkeit eines Planeten in derselben Zeit, z. B. in [einer]
Minute, und denkt man sich den Mittelpunct der Sonne [mit]
dem ihr nächsten Puncte der Oberfläche des Planeten durch

1 S. Art. *Moment*.

rade und unbiegsame Linie verbunden, so wird jeder Punct eser Linie, dessen Entfernung von dem Planeten z. B. gleich ist, durch die Rotation des Planeten in einer Minute den ›gen ux und durch die jährliche Bewegung des Planeten um e Sonne in derselben Zeit den Bogen Ru' beschreiben ıd diese beiden Bewegungen werden in *entgegengesetzten* chtungen vor sich gehn. Um daher den Punct jener Linie ı finden, für welchen jene beiden Bewegungen einander gleich ıd, hat man

$$ux = Ru' \text{ oder } x = \frac{Ru'}{u},$$

ıs heifst, der Punct, welcher von der der Sonne nächsten berfläche des Planeten um die Distanz $x = \frac{Ru'}{u}$ absteht, ird in jedem Augenblicke, während der doppelten Bewegung s Planeten, in *Ruhe* bleiben und er wird daher, nach der rhergehenden Bedeutung des Worts, der *Mittelpunct der mdrehung* des Planeten seyn.

Da man $\frac{u'}{u} = \frac{t}{T}$ hat, so ist auch

$$x = \frac{Rt}{T} \ldots (I)$$

ler endlich, da wir oben erhalten haben $\frac{t}{T} = \frac{2r^2}{5aR}$, so ist ıch

$$x = \frac{2r^2}{5a} \ldots (II)$$

ür die Erde ist $R = 20658000$ geogr. Meilen und $\frac{T}{t} = 366{,}256$, lso ist auch nach (I) der Werth von $x = \frac{Rt}{T} = 56400$ Mei- n; oder für die Erde wurde oben gefunden $a = 0{,}0061$, lso ist auch, wenn der Halbmesser r der Erde gleich der inheit gesetzt wird, nach (II) der Werth von $x = \frac{2}{5a} = 65{,}5$ rdhalbmesser, oder, da der Erdhalbmesser 860 Meilen hat, $= 56400$ Meilen, wie zuvor. Für Jupiter ist $R = 108594000$ leilen und $\frac{T}{t} = 10476$, also auch $x = 10300$ Meilen. Für en Mond endlich findet man ebenso $x = 221$ Mondhalbmes-

ser oder nahe 51600 Meilen, so dafs also jener Punct
Ruhe nahe in den Mittelpunct der Erde fällt.

L.

Mitternacht.

Mitternachtsgegend; *Septentrio, Bor*
Plaga septentrionalis s. borealis; Septentrion, N
Septentrion, North.

Die Gegend des Horizonts, die der Mittagsgegend g
über liegt. Für die nördliche Halbkugel ist der eige
Mitternachtspunct in dem unter dem Nordpole liegenden D
schnittspuncte des durch die Weltaxe gelegten Vertical
mit dem Horizonte. Die nicht untergehenden Sterne
chen im Norden ihre geringste Höhe, von wo sie wied
fangen aufzusteigen. Die diesem Mitternachtspuncte zu
liegende Gegend heifst die *Mitternachtsgegend*.

Mitternacht, Mitternachtszeit; *Medi*
Minuit; *Midnight* ist der Zeitpunct, wo der Mittelpu
Sonne unter dem Horizonte ihren tiefsten Stand erreich
dort durch den Mittagskreis geht. Dieser Zeitpunct
Mitte der Nacht. Er ist 12 Stunden vom Mittage e
und ist der Anfang des bürgerlichen Tages, sofern wi
lich unter einem Tage die Zeit von 24 Stunden verstel

Mittlerer Planet.

Da die Planeten in *elliptischen* Bahnen sich um di
bewegen, da also auch ihre Geschwindigkeit in jedem
blicke eine andere ist, so würde man die Hauptaufg
Astronomie, den Ort eines Planeten für jeden Augenblic
Rechnung zu bestimmen, gar nicht auflösen können,
man in der Bewegung dieser Himmelskörper nicht etw
gefunden hätte, was sich gleichförmig, wie die Zeit sel
dert. Dieses ist aber nach dem bekannten zweiten
Kepler's der Flächenraum, welchen der Radius Ve
Planeten um die Sonne beschreibt. Dadurch ist
Problem auf die sogenannten *Quadraturen* der Geom

ckgeführt, d. h. auf die analytische Angabe der Fläche ei-
s elliptischen Ausschnitts, dessen Winkel am Brennpuncte
r Ellipse man kennt.

Ist nämlich die Umlaufszeit T eines Planeten in Tagen
d der Augenblick bekannt, wo er durch sein Perihelium
ıg, so weiſs man auch, daſs die von seinem Radius Vector
it diesem Durchgange durch das Perihelium beschriebene
äche in 1, 2, 3.. Tagen gleich $\frac{F}{T}$, $\frac{2F}{T}$, $\frac{3F}{T}$ ... beträgt,
o F die Fläche der ganzen Ellipse bezeichnet, die bekannt-
:h gleich dem Producte ihrer beiden Halbaxen in die Lu-
olph'sche Zahl 3,1415926 ist. Man kann demnach diese
äche für jeden gegebenen Augenblick finden, und es ist nur
ch übrig, aus der so bekannten Fläche dieses elliptischen
ctors seinen Winkel am Brennpuncte oder die sogenannte
ahre Anomalie und die Gröſse des Radius Vector selbst an
r Grenze dieses Sectors durch Rechnung zu bestimmen,
as bloſs ein Gegenstand der reinen Geometrie ist. Diesen
veiten Theil unsers Problems findet man bereits oben[1] auf-
löst, wenigstens in seinen Hauptmomenten. Was dazu noch
emerkenswerthes und oft selbst Nothwendiges gehört, findet
an am Ende des gegenwärtigen Artikels, übrigens ohne Be-
eise zusammengestellt, die hier zu viel Raum erfordern
ürden.

Das Vorhergehende enthält die einfachste und natürlichste
arstellung des Gegenstandes. Allein in den älteren und selbst
och in mehrern neuern astronomischen Schriften pflegt man
ur Auflösung dieses Problems sich eines zweiten, imaginären
laneten zu bedienen, der erstens mit dem wahren Planeten
nmer *zugleich* durch die groſse Axe der Bahn (durch das Perihe-
um und Aphelium des Planeten) und der zweitens in völlig
leichförmiger Bewegung (d. h. stets mit derselben Geschwin-
igkeit) um die Sonne geht. Dieser imaginäre Planet wird
er *mittlere* genannt und man sieht, daſs seine Umlaufszeit
m die Sonne mit jener des wahren Planeten von gleicher
Dauer ist.

Sey C der Mittelpunct und F, F' die beiden Brennpuncte Fig.
ler Ellipse P M A M", deren groſse Axe also A C B ist. Wenn 119.

1 Bd. I. S. 295.

die Sonne in dem Brennpuncte F ist, so nennt man die bei-
den Endpuncte P und A der grofsen Axe die *Apsiden* und
zwar den Punct P das Perihelium oder die Sonnennähe und
den Punct A das Aphelium oder die Sonnenferne des Pla-
ten. Beschreibt man aus dem Brennpuncte F als Mittelpunct
einen Kreis mit einem willkürlichen Halbmesser F p oder F
der etwa das Mittel aus den beiden Halbaxen der Ellipse ist
und nimmt man an, dafs in der Peripherie p m a m″ dieses
Kreises ein Punct sich gleichförmig und so bewege, dafs
mit dem wahren, in der Ellipse P M A M″ sich bewegenden
Planeten immer zugleich durch die grofse Axe A P, also
durch p und a gehe, wenn der Planet durch P und A geht,
so stellt dieser Punct den oben erwähnten *mittleren* Pla-
ten vor.

Die Winkel P F M, P F M′, P F M″.. nennt man die *wahre*
Anomalie, die ihnen entsprechenden p F m, p F m′, p F m″..
aber die *mittlere Anomalie* des Planeten. Diese letzte er-
hält man durch eine einfache Addition oder Subtraction. Wenn
z. B. die Umlaufszeit eines Planeten 100 Tage beträgt und
wenn bereits bekannt ist, dafs er am 1. März Mittags durch
sein Perihelium ging, so wird man die mittlere Anomalie für
jeden andern Tag, z. B. für den 10. Mai Mittags sehr leicht
finden. Denn da der mittlere Planet sich ebenfalls in 100
Tagen in seinem Kreise p m a und zwar gleichförmig, bewegt
und da er überdiefs mit dem wahren Planeten zu gleicher
Zeit durch die grofse Axe A C p ging, so wird er, da er den
10. Mai um 70 Tage von dem 1. März entfernt ist, in die-
ser Zwischenzeit $\frac{70}{100}$ mal 360 Grade oder 252 Grade beschrie-
ben haben; der Bogen p m a m″ seines Kreises oder, was die-
selbe ist, der Winkel an F, der zu diesem Bogen gehört, d. h.
also die mittlere Anomalie des Planeten wird am 10. Mai 252
Grade betragen, und es wird nun nur noch darauf ankommen,
aus dieser mittlern Anomalie auch die wahre Anomalie und
den Radius Vector F M, F M′.. des Planeten abzuleiten, um da-
durch den wahren Ort des Planeten in seiner elliptischen Bahn
zu erhalten. Diese Ableitung aber ist es, von der oben ge-
sagt wurde, dafs sie nur mit Hülfe des zweiten Gesetzes von
Kepler gegeben werden kann, indem der Kreisbogen p m
oder p m′.. sich ebenso verhält oder mit der Zeit gleichförmig

nso wächst, wie die Fläche PMF, PM'F.. des elliptien Sectors, vorausgesetzt dafs der wahre Planet in den cten M, M', M''.. ist, wenn der mittlere in denselben enblicken die Puncte m, m', m''.. einnimmt.

Man sieht schon aus der Zeichnung, dafs, so lange die re Anomalie PFM kleiner als 180 Grade ist, der wahre et immer *vor* dem mittlern voraus ist. Das Gegentheil et statt, wenn die wahre Anomalie gröfser als 180° ist. nämlich der wahre Planet in der Nähe seines Periheliums ie gröfste und in der Nähe seines Apheliums A die klein- Geschwindigkeit hat, während die des mittlern Planeten ner dieselbe und zwar nahe das Mittel aus jenen beiden chwindigkeiten ist, so eilt der wahre Planet dem mittlern lerjenigen Hälfte PMA seiner Bahn voraus, in welcher er dem Perihelium zu dem Aphelium übergeht, während er der andern Hälfte AM''M''' P aus derselben Ursache hin- dem mittleren Planeten zurückbleibt.

I. Um die oben erwähnten, hierher gehörenden Auscke zum bequemen Gebrauche zusammenzustellen, wollen durch a die halbe grofse Axe, durch $a\varepsilon$ die Excentricider elliptischen Bahn, durch m die mittlere, durch ν die hre Anomalie und endlich durch r den Radius Vector des neten bezeichnen. Dieses vorausgesetzt findet man für jede t t seit dem bekannten Durchgange des Planeten durch sein ihelium (wo t in Tagen und Theilen des Tages ausgeckt wird) die mittlere Anomalie m des Planeten durch den sdruck

$$m = 0{,}9856083 \cdot \frac{t}{a^{\frac{3}{2}}},$$

m in Graden und Theilen des Grades erhalten wird.

Kennt man so den Werth von m, so suche man die Hülfsfse u (die man auch die excentrische Anomalie nennt) durch Gleichung

$$m = u - \varepsilon \, \text{Sin.}\, u$$

d dann erhält man die wahre Anomalie ν und den Radius ctor r mittelst der Ausdrücke

$$\text{Tang.}\tfrac{1}{2}\nu = \text{Tang.}\tfrac{1}{2}u \cdot \sqrt{\frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon}} \text{ und}$$

$$r = a\,(1 - \varepsilon\, \text{Cos.}\, u).$$

II. Zwischen diesen Gröſsen m, u, ν und r giebt noch mehrere Relationen, deren Kenntniſs in der Astronom oft sehr nützlich ist. Die vorzüglichsten derselben sind fo gende, in welchen der Kürze wegen $\varepsilon = \text{Sin.}\,\Theta$ gesetzt w den ist.

$$r = \frac{a\,\text{Cos.}^2\Theta}{1+\varepsilon\,\text{Cos.}\,\nu} = a\,\text{Cos.}\,\Theta\,\frac{\text{Sin.}\,u}{\text{Sin.}\,\nu},$$

$$\text{Cos.}\,u = \frac{\varepsilon + \text{Cos.}\,\nu}{1+\varepsilon\,\text{Cos.}\,\nu} = \frac{a-r}{a\varepsilon},$$

$$\text{Cos.}\,\nu = \frac{\text{Cos.}\,u - \varepsilon}{1-\varepsilon\,\text{Cos.}\,u} = \frac{a}{r}(\text{Cos.}\,u - \varepsilon) = \frac{a\,\text{Cos.}^2\Theta - r}{r\varepsilon},$$

$$\frac{\text{Cos.}\frac{1}{2}u}{\text{Cos.}\frac{1}{2}\nu} = \sqrt{\frac{r}{a(1-\varepsilon)}},\quad \frac{\text{Sin.}\frac{1}{2}u}{\text{Sin.}\frac{1}{2}\nu} = \sqrt{\frac{r}{a(1+\varepsilon)}},$$

$$\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(\nu-u) = \text{Sin.}\,u\,\text{Sin.}\tfrac{1}{2}\Theta.\sqrt{\frac{a}{r}} = \frac{\text{Sin.}\,\nu\,\text{Sin.}\frac{1}{2}\Theta}{\text{Cos.}\,\Theta}.\sqrt{\frac{r}{a}}$$

$$\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(\nu+u) = \text{Sin.}\,u\,\text{Cos.}\tfrac{1}{2}\Theta.\sqrt{\frac{a}{r}} = \frac{\text{Sin.}\,\nu\,\text{Cos.}\frac{1}{2}\Theta}{\text{Cos.}\,\Theta}.\sqrt{\frac{r}{a}}$$

Die vorhergehenden Ausdrücke sind säınmtlich ganz genau, aber zur Berechnung oft nicht bequem. Die folgenden setzen die Excentricität $a\varepsilon$ gegen die halbe groſse Axe a der Bahn nur gering voraus, wie dieses bei den meisten Planeten in der That der Fall ist, und dadurch lassen sich die Gröſsen ν, r, u in Reihen entwickeln, die nach den Potenzen von ε fortgehn und die in vielen Fällen, besonders in der Theorie der Störungen sehr nützlich sind.

Der Radius Vector wird durch die mittlere Anomalie auf folgende Weise ausgedrückt:

$$\frac{r}{a} = 1 - \varepsilon\,\text{Cos.}\,m - \frac{\varepsilon^2}{1.2}(\text{Cos.}\,2m - 1)$$
$$- \frac{\varepsilon^3}{1.2.2^2}(3\,\text{Cos.}\,3m - 3\,\text{Cos.}\,m)$$
$$- \frac{\varepsilon^4}{1.2.3.2^3}(4^2\,\text{Cos.}\,4m - 4.2^2\,\text{Cos.}\,2m) - \ldots$$

Die wahre und excentrische Anomalie können, eine durch die andere, auf folgende Art gegeben werden:

$$\tfrac{1}{2}u = \tfrac{1}{2}\nu - k\,\text{Sin.}\,\nu + \tfrac{1}{2}k^2\,\text{Sin.}\,2\nu - \tfrac{1}{3}k^3\,\text{Sin.}\,3\nu + \ldots.$$
$$\tfrac{1}{2}\nu = \tfrac{1}{2}u + k\,\text{Sin.}\,u + \tfrac{1}{2}k^2\,\text{Sin.}\,2u + \tfrac{1}{3}k^3\,\text{Sin.}\,3u + \ldots.$$

$$\text{wo } k = \frac{\varepsilon}{1+\sqrt{1-\varepsilon^2}} \text{ ist.}$$

Um die mittlere Anomalie durch die wahre auszudrücken, man

$$m = \nu - 2\varepsilon \,\mathrm{Sin.}\,\nu + 2k(\varepsilon - \tfrac{1}{2}k)\,\mathrm{Sin.}\,2\nu - 2k^2(\varepsilon - \tfrac{2}{3}k)\,\mathrm{Sin.}\,3\nu + 2k^3(\varepsilon - \tfrac{3}{4}k)\,\mathrm{Sin.}\,4\nu - \ldots,$$

k dieselbe Bedeutung hat.

Die wahre Anomalie endlich wird durch die mittlere nach ;endem Ausdrucke gegeben:

$$\nu = m + 2\varepsilon \,\mathrm{Sin.}\, m + \tfrac{5}{4}\varepsilon^2 \,\mathrm{Sin.}\, 2m + \frac{\varepsilon^3}{4}\left(\tfrac{13}{3}\,\mathrm{Sin.}\,3m - \mathrm{Sin.}\,m\right) + \frac{\varepsilon^4}{24}\left(\tfrac{103}{4}\,\mathrm{Sin.}\,4m - 11\,\mathrm{Sin.}\,2m\right),$$

lche letzte Reihe, als die wichtigste, man noch auf die hö- n Potenzen von ε fortgeführt findet in DELAMBRE's neue- ı Sonnentafeln, in v. ZACH's Mon. Corresp. Bd. XI und 'III. und in v. LINDENAU's und BOHNENBERGER's Zeitschrift . V.

L.

Molybdän.

Wasserbleimetall; *Molybdaenum*; Molybne; *Molybdenum*. Als Schwefelmolybdän und molybosaures Bleioxyd sparsam in der Natur verbreitet. Silberifs von 8,6 spec. Gewicht, nicht sehr spröde, nur im hefsten Essenfeuer schmelzbar. Es bildet mit Sauerstoff:

) *Molybdänoxydul* (48 Molybdän auf 8 Sauerstoff); pechschwarz, bildet mit Wasser ein schwarzes Hydrat und mit Säuren schwarze oder purpurfarbige Auflösungen, die mit Alkalien einen schwarzen Niederschlag geben.

) *Molybdänoxyd* (48 Molybdän auf 16 Sauerstoff); dunkelbraunes Pulver oder dunkel kupferrothe Krystallschuppen, von 5,606 spec. Gewicht, liefert mit Wasser ein braunes Hydrat und eine gelbe lackmusröthende Auflösung, die sich an der Luft grün, dann blau färbt; die Molybdänoxydsalze sind schwarz und lösen sich im Wasser mit rothbrauner Farbe, durch Alkalien rostbraun fällbar.

) *Molybdänsäure* (48 Molybdän auf 24 Sauerstoff); kry-

stallisirt in weifsen glänzenden Blättchen und Nadeln, w
in der Hitze gelb, schmilzt bei der Rothglühhitze und v
dampft bei stärkerer unzersetzt, röthet Lakmus, schm
scharf metallisch, löst sich in 500 Theilen Wasser, re
licher, mit gelbbrauner Farbe, in Säuren, erzeugt mit
Salzbasen die molybdänsauren Salze, die gewöhnlich f
los oder gelb und meistens nicht im Wasser löslich sin

Durch theilweise Oxydation des Molybdänoyds oder
duction der Molybdänsäure entsteht eine blaue, mit d
blauer Farbe im Wasser lösliche Verbindung von Moly
oxyd und Molybdänsäure, früher als molybdänige Säur
terschieden.

G.

Moment.

Momentum; moment; *moment*. Ein Ausdruck
wohl auch sonst unter mancherlei Bedeutungen, besonders
in der Mechanik oft gebraucht und gemifsbraucht worde
Brisson, Descartes, Galilei, Wallis und selbst m
neuere Schriftsteller über Mechanik haben dieses Wort
oft sehr verschiedenen Bedeutungen gebraucht und auch
gleich mehrere Arten von Momenten eingeführt, wodurch
cherlei Irrungen entstanden sind. Wir unterscheiden je
wöhnlich nur zwei Gattungen: das *statische Moment* u
Moment der Trägheit. Da beide in der Wissenschaft
wichtig sind, so wird es angemessen seyn, das Vorzüg
von ihnen hier kurz zusammenzustellen.

Das statische Moment einer Kraft heifst das Produ
ser Kraft in die senkrechte Distanz ihrer Richtung von
Puncte oder von einer geraden Linie oder endlich vo
Ebene. Diese senkrechte Distanz kann nämlich als
belarm, durch welchen diese Kraft wirkt, betrachtet w
Bei dem gewöhnlichen einfachen Hebel A B, dessen S
C ist, mufs sich bekanntlich bei dem Gleichgewicht
Kraft P zur Last Q verhalten, wie verkehrt die Abstän
Richtungen dieser Kräfte von dem Ruhepuncte, oder es

Fig. 320.

$$P . CA = Q . CB,$$

d. h. die Momente beider Kräfte P und Q müssen g

ıichgewicht einander gleich seyn. Dann wirken nämlich de Kräfte gleich stark gleich auf die Drehung des Hebels den Punct C. Man kann daher dieses Product P.CA oder CB als den Ausdruck der Gewalt ansehn, mit welcher die ıft P oder die Kraft Q den Hebel um seinen Ruhepunct C drehn strebt. Daher kommt ihm, der Worterklärung ge- ſs, der Name Moment zu.

A. In diesem einfachen ersten Beispiele ist der Hebel e gerade horizontale Linie und die Richtungen AP, PQ beiden Kräfte sind unter sich parallel und auf jene Linie krecht. Allein derselbe Satz von der Gleichheit der Mo- nte für das Gleichgewicht gilt auch für jede andere Ge- lt des Hebels und für alle Richtungen der beiden Kräfte. der Hebel ACB irgend eine krumme Linie und AP, BQ Fig. 321. Richtungen der beiden Kräfte P und Q. Zieht man von ı Unterstützungspuncte C auf die Richtungen dieser Kräfte senkrechten Linien $Ca=p$ und $Cb=q$, so muſs für das ichgewicht seyn

$$Pp=Qq$$

r die Momente der beiden Kräfte müssen gleich groſs seyn.

B. Hat man einen mit mehrern Gewichten P, P', P''.. Fig. 322. chwerten Hebel A A' A'', so nehme man in dieser Linie ·ndwo willkürlich einen Punct O und setze die bekannten tanzen der Angriffspuncte A, A', A''.. dieser Kräfte von em Puncte $OA=a$, $OA'=a'$, $OA''=a''$ u. s. w. Ist n $x=OC$ die gesuchte Entfernung des Anfangspunctes O ı demjenigen Puncte C, in welchem der Hebel unterstützt ·den muſs, wenn er unter der Wirkung aller dieser Kräfte P', P''.. im Gleichgewichte bleiben soll, so hat man

$$x=\frac{aP+a'P'+a''P''+..}{P+P'+P''+..}$$

r

$$x(P+P'+P''+..)-aP-a'P'-a''P''-..=0,$$

daſs also auch hier für das Gleichgewicht die Summe al- Momente gleich Null seyn muſs, wenn man die nach ent- engesetzten Richtungen wirkenden Kräfte einander entge- gesetzt nimmt. Die letzte Gleichung führt unmittelbar auf Bestimmung des *Schwerpuncts* der Linien, Flächen und per, da der Unterstützungspunct C des Hebels, für den Fall

des Gleichgewichts, nichts anders als der Schwerpunct al
Gewichte P, P′, P″.. ist, die den Hebel beschweren. M
findet nämlich den Abstand des Schwerpunctes eines Kör
von einer gegebenen Geraden, wenn man das Moment ei
jeden Elements des Körpers in Beziehung auf jene Grade
tegrirt und die so erhaltene Gröfse durch die Summe d
Elemente des Körpers dividirt. So ist für eine krumme Li
das Element derselben $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$ und dessen Mo
in Beziehung auf die Axe der y gleich $x\,ds$, so wie in
ziehung auf die Axe der x gleich $y\,ds$. Nennt man dah
und Y die den x und y parallelen Coordinaten des Sch
puncts der krummen Linie, so hat man

$$X = \frac{\int x\,ds}{s} \text{ und } Y = \frac{\int y\,ds}{s}.$$

Ebenso findet man die Coordinaten des Schwerpuncts der
che, welche von einer krummen Linie begrenzt wird,
die Ausdrücke

$$X = \frac{\int xy\,dx}{\int y\,dx} \text{ und } Y = \frac{\int y^2\,dx}{\int y\,dx} \text{ u. s. w.}$$

Fig. 323. u. 324. C. Wenn bei dem einfachen Hebel mit parallelen R
tungen der Kräfte oder auch bei dem gebrochenen Hebe
willkürlichen Richtungen der Kräfte P, P′, P″ diejenigen K
welche den Hebel nach einer, und P‴, P^{v}.. die, welch
nach der andern Seite zu drehn suchen, bezeichnen und
R die aus allen diesen Kräften resultirende Kraft nennt,
den Hebel nach derselben Seite, wie P, P′, P″.. dreh
nehme man wieder, wie zuvor, in der Ebene aller
Kräfte irgend einen willkürlichen Punct O an. Es
$OA = a$, $OA' = a'$, $OA'' = a''$.. die senkrechten Linie
man von diesem Puncte O auf die Richtungen der
AP, A′P′, A″P″.. gezogen hat, und ebenso sey OC =
Loth von O auf die Richtung CR der mittleren oder
renden Kraft R. Dieses vorausgesetzt hat man für das G
gewicht aller dieser Kräfte

$$Rr = Pa + P'a' + P''a'' - P'''a''' - P^{iv}a^{iv}.$$

Sind schon die Kräfte P, P′, P″.. ohne die Kraft
ter sich im Gleichgewichte, so ist ihre mittlere Kraft R
und man hat

$$0 = Pa + P'a' + P''a'' - P'''a''' - P^{iv}a^{iv} - ..$$

·zuvor, so dafs also, im Falle des Gleichgewichts, die
ıme der Momente der sämmtlichen Kräfte in Beziehung auf
n Punct O gleich Null seyn mufs. Dieser Ausdruck ent-
zugleich das bekannte *Princip der virtuellen Geschwin-*
:eiten.

Das Vorhergehende wird zugleich als ein Zusatz dessen
en, was oben[1] über die Theorie des Hebels gesagt wor-
ist.

D. Das statische Moment hat in der Mechanik noch eine
weiter gehende Anwendung und zwar vorzüglich auf die
:immung der *drehenden Bewegung* eines Körpers. Wenn
sämmtlichen, auf einen Körper oder auf ein System von
pern wirkenden Kräfte P, P′, P″... sich auf drei unter
nder senkrechte Kräfte X, Y, Z bringen lassen, so ist
sich klar, dafs das System in Ruhe oder im Gleichge-
ıte bleiben mufs, wenn jede dieser drei Kräfte für sich
ehoben wird oder gleich Null ist. Die Bedingungen des
chgewichts sind daher, wie bekannt,

$$X=0, \ Y=0, \ Z=0.$$

r dieses gilt offenbar nur von der *fortschreitenden Bewe-*
g des Systems im Raume. Allein wenn ein solches Sy-
ı, unter die Wirkung jener Kräfte gestellt, auch keine sol-
fortschreitende Bewegung haben kann, so wird es sich doch
h vielleicht um irgend einen innern oder äufsern Punct
:n können. Zum vollkommenen Gleichgewichte des Systems
d also erfordert werden, dafs nicht nur die progressive, son-
n auch die rotirende Bewegung des Systems gänzlich aufgeho-
werde. Die Bedingungen für den letzten Fall sind daher noch
ugeben. Wir wollen dieses auf eine ebenso einfache als all-
ıeine Art zu leisten suchen.

Zuerst ist auch hier, wie bei der progressiven Bewegung,
sich klar, dafs die rotirende Bewegung eines Systems ganz
;ehoben seyn wird, wenn sie nur für drei unter einander
ırechte Axen aufgehoben ist. Wir wollen dafür die drei
rdinatenaxen der x, y, z nehmen.

Suchen wir demnach die Bedingung, die statt haben mufs,
ın das System in Beziehung auf drehende Bewegung um
: dieser Axen, z. B. um die Axe der z, im Gleichge-
hte seyn soll.

1 S. Art. *Hebel.* Bd. V. S. 105.

Fig. 325. Seyen CX, CY, CZ die drei senkrechten Coordinate axen der x, y, z. Man nehme zwischen diesen drei Ax irgendwo im Raume den Punct A, welcher den Angriffspu irgend einer Kraft P bezeichnen soll, deren Richtung mit d Axen der x, y, z die Winkel α, β, γ bildet. Fällt m von diesem Puncte A ein Loth auf die Ebene der xy, so d dasselbe diese Ebene in A′ trifft, und zieht man dann vo de Puncte A′ in der Ebene der xy ein Loth auf die Axe de wo dieses Loth die Axe der x in dem Puncte D trifft, sind $CD = x$, $DA' = y$ und $A'A = z$ die drei Coordin des Angriffspuncts A der Kraft P.

Läfst man dann die gerade Linie $A\mu$, welche die Gr und Richtung dieser Kraft P vorstellt, mit sich selbst pa herab, bis ihr Angriffspunct A in der Ebene der xy in Punct A′ fällt, so soll dann A′M die so herabgelassene K P in ihrer Gröfse und Richtung vorstellen.

Man zerlege diese Kraft $A'M = P$ in ihre drei senkr ten Seitenkräfte $A'B = X$, $A'E = Y$ und $A'F = M'M = Z$ dem man das rechtwinklige Parallelepipedum zeichnet, d Diagonale A′M ist und dessen Seiten mit der Axe der x, parallel sind. In demselben ist der Winkel $MA'B =$ $MA'E = \beta$ und $MA'F = \gamma$, also auch $X = P \text{ Cos. } \alpha$, $Y = P C$ und $Z = P \text{ Cos. } \gamma$.

Von diesen drei Seitenkräften X, Y, Z fällt aber wo man blofs die Rotation um die Axe der Z betrachtet, letzte Kraft Z ganz weg, weil diese Kraft der Axe der z rallel ist und daher offenbar auf die Drehung des System diese Axe keinen Einflufs haben kann. Wir haben de hier blofs die Wirkungen der beiden Kräfte $A'B = X$ $A'E = Y$ zu untersuchen.

Denkt man sich den Punct A′ auf irgend eine Ar feste Linien oder Stangen A′D und DC mit dem Pu verbunden, so wird die Kraft $A'E = \gamma$, da sie in der R tung von A nach E wirkt und den Punct A′ um den Pu oder um die Axe CZ vorwärts oder von A′ nach C drehn sucht, und zwar desto stärker, je gröfser erstens di tensität Y dieser Kraft und je gröfser zweitens die En nung des Punctes A′ von dem Puncte C oder von de der y ist. Diese Entfernung des Puncts A′ von der Ax y ist aber die auf der Richtung EA′D dieser Kraft Y

hte Gerade, d. h. die Gerade $CD = x$, so dafs daher diese
ıft Y den Punct A′ mit der Gewalt Yx um die Axe CZ
z vorwärts drehn wird.

Ebenso wird aber auch die Kraft $X = A'B$ den Punct A′
die Axe der z und zwar rückwärts oder von A′ gegen CX
drehn, und gleichfalls desto stärker, je gröfser die Intensi-
X dieser Kraft und je gröfser ihre Entfernung von der Axe
x ist. Diese Entfernung ist aber $A'D = y$, also wird
h diese Kraft X den Punct A′ mit der Gewalt Xy um die
der z rückwärts drehn.

Betrachtet man daher beide Drehungen zusammen, so hat
, da sie nach entgegengesetzten Richtungen statt haben,
die ganze Drehung des Systems, die aus der Wirkung
Kraft P um die Axe der z entsteht, den Ausdruck

$$Yx - Xy$$

r, was dasselbe ist,

$$P(x \operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha).$$

ähnliche Weise wird die aus der Kraft P′ entstehende
hung des Systems um dieselbe Axe der z seyn

$$P'(x' \operatorname{Cos.} \beta' - y' \operatorname{Cos.} \alpha')$$

so fort für alle übrigen.

Soll daher das System unter der Wirkung aller Kräfte
P′, P″... keine drehende Bewegung um die Axe der z ha-
, oder soll dasselbe, in Beziehung auf die Rotation um die
der z, im Gleichgewichte seyn, so wird man die Bedin-
gsgleichung haben

$$P(x \operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha) + P'(x' \operatorname{Cos.} \beta' - y' \operatorname{Cos.} \alpha') + .. = 0$$

r, wie man der Kürze wegen zu schreiben pflegt,

$$\Sigma . P(x \operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha) = 0.$$

lig ähnliche Ausdrücke wird man in Beziehung auf die
len andern Drehungen, um die Axe der y und der x, ha-
. Verwandelt man nämlich die vorhergehenden Gröfsen

xyz und $\alpha\beta\gamma$
derselben Ordnung in zxy und $\gamma\alpha\beta$
l in yzx und $\beta\gamma\alpha$,

erhält man die drei Gleichungen, welche das Gleichge-
ht der drehenden Bewegung eines Körpers oder eines Sy-
ms von Körpern bestimmen[1]:

1 Vergl. Art. *Bewegung*. Bd. I. S. 944.

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma.P(x\,Cos.\beta - y\,Cos.\alpha) = 0\\ \Sigma.P(z\,Cos.\alpha - x\,Cos.\gamma) = 0\\ \Sigma.P(y\,Cos.\gamma - z\,Cos.\beta) = 0\end{array}\right\}\;\ldots\;(I)$$

E. Sey nun $\zeta = CQ'$ die kürzeste Distanz der Richtung d. Kraft P von der Axe der z. Man erhält diese Distanz, wenn man die Diagonale M′ A′ des Parallelogramms A′ B E M′ verlängert und auf diese Verlängerung die senkrechte Gerade C zieht. Man verlängere ebenso die Seite E A′ des Parallelogramms A′ E F, bis sie die Axe der x in D schneidet, und zi D Q mit A′ Q′ parallel. Ist dann der Winkel $BA'M' = A'HD =$ so hat man in den so entstehenden zwei rechtwinkligen sphärischen Dreiecken sofort die zwei Gleichungen

$$Cos.\alpha = Cos.\varphi\,Sin.\gamma \text{ und } Cos.\beta = Sin.\varphi\,Sin.\gamma.$$

Es ist aber $CQ = CD\,Sin.\varphi = x\,Sin.\varphi$ und $QQ' = HD\,Sin.$ also auch beider Differenz

$$CQ' = (x - HD)\,Sin.\varphi.$$

Allein $HD = A'D\,Cotg.\varphi = y\,Cotg.\varphi$ und daher CQ' oder

$$\zeta = x\,Sin.\varphi - y.Cos.\varphi.$$

Substituirt man in diesem Ausdrucke von z die Werthe von $Sin.\varphi$ und $Cos.\varphi$ aus den beiden ersten Gleichungen, so h man

$$x\,Cos.\beta - y\,Cos.\alpha = \zeta\,Sin.\gamma.$$

Die erste der Gleichungen (I) läſst sich daher auch kürzer ausdrücken

$$\Sigma.P\zeta\,Sin.\gamma = 0.$$

Nennt man ebenso v und ξ die kürzesten Distanzen der Richtung der Kraft P von der Axe der y und der x, so hat m ebenso $z\,Cos.\alpha - x\,Cos.\gamma = v\,Sin.\beta$ und $y\,Cos.\gamma - z\,Cos.\beta = \xi\,Sin.$ so daſs man also auch für das Gleichgewicht der drehend Bewegung hat

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma.P\xi\;Sin.\alpha = 0\\ \Sigma.Pv\;Sin.\beta = 0\\ \Sigma.P\zeta\;Sin.\gamma = 0\end{array}\right\}\;\ldots\;(II)$$

Da man nun, nach dem Vorhergehenden, das *Moment* e ner Kraft, in Beziehung auf eine gegebene Axe, das Prod dieser nach einer auf jene Axe senkrechten Ebene zerleg Kraft multiplicirt in das Loth, welches von jener Axe in d selben Ebene auf die Richtung dieser Kraft gefällt wird, nen so muſs nach den Gleichungen (II) für das Gleichgewicht d drehenden Bewegung die Summe der Momente aller auf d

stem wirkenden Kräfte in Beziehung auf drei unter einan- senkrechte Axen gleich Null seyn. Dasselbe folgt auch den Gleichungen (I), da z. B. $x . P \, Cos. \beta - y . P \, Cos. \alpha$ r $xY - yX$ nichts anderes ist, als die Differenz der Mo- nte der Kraft P in Beziehung auf die Axe der z.

Weiter ausgeführt und auf Körper von gegebener Gestalt ewendet findet man diese Betrachtungen im Artikel *Me- nik*.

Das *Moment der Trägheit* eines körperlichen Punctes in ziehung auf einen Punct oder auf eine gerade Linie nennt n das Product der Masse dieses körperlichen Punctes in das adrat seiner Entfernung von dem gegebenen Puncte oder der gegebenen geraden Linie.

A. Sey O m m' ein Hebel, an welchem die Massen m und in der Entfernung $Om = a$ und $Om' = a'$ von dem Dre- gspuncte O angebracht sind. Wie müssen diese Massen be- affen seyn, damit jede den Hebel in derselben Zeit durch selben Winkel mOA oder m'OA' drehe? Fig. 326.

Denkt man sich in dem Puncte m das Gewicht oder die vegende Kraft P und in dem Puncte m' die bewegende ıft P', so wird man für das Gleichgewicht dieser beiden ifte am Hebel, nach dem, was oben bei Gelegenheit des ischen Moments gesagt worden ist, die Gleichung haben

$$Pa = P'a' \text{ oder } \frac{P}{P'} = \frac{a'}{a}.$$

:h einem bekannten Princip der Mechanik nennt man aber beschleunigende Kraft p das Verhältniſs des Differentials Geschwindigkeit zu dem Differential der Zeit oder es ist $= \frac{d\nu}{dt}$ und die bewegende Kraft eines Körpers ist gleich Masse m dieses Körpers, multiplicirt in die beschleuni- ıde Kraft, also gleich mp, oder es ist

$$P = \frac{m\,d\nu}{dt} \text{ und } P' = \frac{m'\,d\nu'}{dt}.$$

:r sind aber die Geschwindigkeiten $d\nu$ und $d\nu'$ oder die endlich kleinen Wege, welche die Körper während des er- n Augenblicks durchlaufen, gleich den Kreisbogen mA und A', und diese Kreisbogen verhalten sich, da sie gleichen

Winkeln zugehören, wie ihre Halbmesser a und a', so dafs m
daher hat:

$$\frac{P}{P'} = \frac{m\,d\nu}{m'd\nu'} = \frac{m\,a}{m'a'}.$$

Setzt man diese beiden Ausdrücke von $\frac{P}{P'}$ einander gleich,
erhält man

$$\frac{m}{m'} = \frac{a'^2}{a^2},$$

oder wenn die Massen m und m', jede an ihrem Orte, d
Hebel in derselben Zeit um denselben Winkel drehen soll
so müssen sich diese Massen, wie verkehrt die Quadrate ihr
Entfernungen von dem Drehungspuncte verhalten oder d
Momente der Trägheit dieser beiden Massen, d. h. die Grö-
fsen $m.a^2$ und $m'.a'^2$ müssen einander gleich seyn.

B. Denkt man sich an dieser Hebelstange mehrere unend-
lich kleine körperliche Massen, die wir dm, dm', dm''.. nen-
nen wollen, in den Entfernungen a, a', a''... von dem Ruhe-
puncte O angebracht, so wird die Summe der Trägheitsmo-
mente dieser Massen seyn

$$a^2 dm + a'^2 dm' + a''^2 dm' + ..$$

Substituirt man statt dieser körperlichen Massen die Massen-
elemente der Hebelstange selbst, denkt man sich also diese
Stange, deren Länge a und deren ganze Masse m seyn soll,
als eine gerade Linie von durchaus gleicher und sehr geringer
Dicke, so wird ein Element X dieser Stange, dessen Entfer-
nung von O gleich $OX = x$ ist, die Masse $\frac{m\,dx}{a}$ haben, und
so wird auch das Trägheitsmoment dieses Elements gleich
$x^2.\frac{m\,dx}{a}$ seyn und nach dem Geiste der Integralrechnung wird
das Trägheitsmoment der ganzen Stange seyn

$$\int\frac{m\,x^2\,dx}{a} = \frac{m\,x^3}{3a} = \frac{m\,a^2}{3}.$$

C. Auf ähnliche, nur mehr zusammengesetzte Weise wird
man auch das Trägheitsmoment eines jeden andern Körpers von
gegebener Gestalt finden. Nennt man nämlich dm die Masse
eines Elements irgend eines Körpers und sind x, y, z die
rechtwinkligen Coordinaten dieses Elements, so wird, analog
mit dem Vorhergehenden,

$$\int z^2 dm,\ \int y^2 dm \text{ und } \int x^2 dm$$

Trägheitsmoment des ganzen Körpers in Beziehung auf
Ebene der xy, der xz und der yz seyn, und ebenso wer-
auch die Gröfsen

$$=\int(y^2+z^2)\,dm,\ B=\int(x^2+z^2)\,dm \text{ und } C=\int(x^2+y^2)\,dm$$

Trägheitsmomente des ganzen Körpers in Beziehung auf
Coordinatenaxe der x, der y und der z seyn, weil in der
at z. B. für das erste Moment die Gröfse $\sqrt{y^2+z^2}$ gleich
Distanz des Elements von der Axe der x ist. Man sieht
gleich, wie man die Trägheitsmomente der Körper in Be-
hung auf eine Ebene durch die Momente in Beziehung auf
e Linie finden kann, indem die vorhergehenden Gleichun-
geben

$$\int x^2\,dm=\tfrac{1}{2}(B+C-A),$$
$$\int y^2\,dm=\tfrac{1}{2}(C+A-B),$$
$$\int z^2\,dm=\tfrac{1}{2}(A+B-C).$$

enn nun die statischen Momente für die Theorie der Rota-
schon sehr wichtig sind, so sind die Momente der Träg-
t in dieser Lehre von noch gröfserer Bedeutung. Ueber-
upt hat man in der Mechanik drei Gattungen von begrenz-
Intervallen (*intégrales définies*), auf welche die gesammte
eorie der Bewegung der Körper von gegebener Gestalt
ichsam gebaut ist. Die ersten sind

$$\int x\,dm,\ \int y\,dm,\ \int z\,dm,$$

d diese bestimmen den Ort des *Schwerpuncts* des Körpers,
e im Artikel „*Mechanik*" gezeigt wird. Nennt man näm-
ı ξ, v, ζ die drei Coordinaten des Schwerpuncts und m die
ısse des ganzen Körpers, so hat man

$$\xi=\frac{1}{m}\int x\,dm,\ v=\frac{1}{m}\int y\,dm \text{ und } \zeta=\frac{1}{m}\int z\,dm.$$

e zweiten der oben erwähnten Integrale sind

$$\int xy\,dm=0,\ \int xz\,dm=0 \text{ und } \int yz\,dm=0.$$

Man zeigt in der Mechanik, dafs man in jedem Körper,
immer man auch den Anfangspunct der Coordinaten x, y, z
nehmen will, die drei Axen dieser rechtwinkligen Coordi-
ten doch stets so legen kann, dafs die drei vorhergehenden
eichungen statt haben und dafs dann diese drei Coordinaten-
en mit den drei sogenannten *Hauptaxen* (die man auch
ie Axen nennt) des Körpers zusammenfallen. Wenn näm-

lich auch keine äußeren Kräfte auf einen in drehender Bewegung befindlichen Körper wirken, so wird doch schon durch die Schwungkraft, die bei jeder Drehung statt hat, im Allgemeinen ein Druck auf die Rotationsaxe entstehn. Doch gibt es, wie man beweisen kann, in jedem Körper wenigstens drei unter sich senkrechte gerade Linien, die von der Rotation des Körpers, wenn sie um eine von diesen drei Axen statt hat, keinen Druck leiden und daher freie Axen oder Hauptaxen genannt werden. Die Lage dieser drei Hauptaxen wird aber eben durch die drei letzten Gleichungen bestimmt.

Die dritte Gattung von Integralen endlich ist

$$\int x^2 dm, \quad \int y^2 dm \text{ und } \int z^2 dm,$$

und diese bezeichnen, wie gesagt, die *Trägheitsmomente* des Körpers in Beziehung auf die coordinirten Ebenen der yz, xz und xy.

Wenn man bei der Bestimmung der Bewegung eines Körpers, der fortschreitenden sowohl als auch der rotirenden, auf den Schwerpunct und auf die drei Hauptaxen desselben gehörig Rücksicht nimmt, so werden die hier zu behandelnden Gleichungen viel einfacher, eben weil dann die zwei ersten der angeführten Integrale verschwinden.

D. Hier wird es angemessen seyn, einige der vorzüglichsten Eigenschaften der Trägheitsmomente eines Körpers kurz zusammenzustellen. Wir beschränken uns nur auf die Momente in Beziehung auf die drei Axen der x, y, z, die wir oben durch A, B, C bezeichnet haben, indem sich alle andere, wie man sehn wird, auf diese zurückführen lassen.

Wenn man das Trägheitsmoment μ eines Körpers in Beziehung auf eine durch den Schwerpunct desselben gehende gerade Linie oder Axe kennt, so findet man daraus leicht auch das Trägheitsmoment μ' dieses Körpers in Beziehung auf jede andere Axe, die mit jener Axe parallel ist. Denn ist z. B. die erste Axe die coordinirte Axe der z, die durch den Schwerpunct des Körpers gehn soll, in welchem wir nämlich den Anfang der drei Coordinaten annehmen, und ist a der senkrechte Abstand der neuen Axe von der alten und endlich m die Masse des ganzen Körpers, so hat man

$$\mu' = \mu + ma^2,$$

so daſs man also nur die Masse des Körpers multiplicirt in das

uadrat des Abstandes beider Axen zu dem Momente der rägheit in Beziehung auf die erste, durch den Schwerpunct ehende Axe addiren darf, um das Moment der Trägheit in eziehung auf die neue Axe zu erhalten. In jedem Körper t zugleich, wie die vorhergehende Gleichung zeigt, das rägheitsmoment in Beziehung auf eine durch den Schwerınct gehende Axe immer kleiner, als das Moment in Bezieıng auf jede andere, mit jener parallelen Axe, da ma^2 imer eine positive Gröſse ist. Auch werden die Momente alr Axen, die gleich weit von der des Schwerpuncts entfernt nd mit ihr parallel sind, gleich groſs seyn. Diese gleichen lomente werden sich auf diejenigen Axen beziehn, die einen ylinder bilden, dessen Axe die durch den Schwerpunct geende ist und dessen Basis ein Kreis ist.

E. Aber nicht bloſs mit der Entfernung der neuen Axe on dem Schwerpuncte des Körpers ändert sich das Moment er Trägheit, sondern auch mit dem Winkel, welchen die eue Axe mit der durch den Schwerpunct gehenden macht. lan ziehe durch den Anfangspunct O die neue Axe ON mit gend einer willkürlichen Lage, so daſs sie mit den drei oordinatenaxen der x, y, z die Winkel α, β, γ bilde. Sey I der Ort eines Elements dm des Körpers und $MN = p$ das oth von diesem Elemente auf die neue Axe. Die Entferung des Elements vom Anfangspuncte sey $OM = r$ und endich der Winkel, welchen diese Entfernung mit der neuen xe bildet, oder $MON = \omega$. Dieses vorausgesetzt hat man, da , y, z die Coordinaten des Elements dm sind, für die Coinus der Winkel, welche die Entfernung r dieses Elements iit den Axen der x, y, z macht, die Ausdrücke

Fig. 327.

$$\frac{x}{r}, \ \frac{y}{r} \text{ und } \frac{z}{r},$$

lso hat man auch nach einem bekannten Satze der analytichen Geometrie

$$\text{Cos.}\,\omega = \frac{x}{r}\,\text{Cos.}\,\alpha + \frac{y}{r}\,\text{Cos.}\,\beta + \frac{z}{r}\,\text{Cos.}\,\gamma.$$

Veiter ist in dem Dreiecke OMN

$$p = r\,\text{Sin.}\,\omega \text{ oder}$$
$$p^2 = r^2 - (r\,\text{Cos.}\,\omega)^2$$

nd daher, da $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ ist, wenn man den vorhergehenden Werth von Cos. ω substituirt,

$$p^2 = x^2 \text{Sin.}^2 \alpha + y^2 \text{Sin.}^2 \beta + z^2 \text{Sin.}^2 \gamma$$
$$- 2xy \text{Cos.} \alpha \text{Cos.} \beta - 2xz \text{Cos.} \alpha \text{Cos.} \gamma - 2yz \text{Cos.} \beta \text{Cos.} \gamma$$

so dafs man daher für das Moment der Trägheit in Beziehung auf die neue Axe ON haben wird

$$\int p^2 dm = \text{Sin.}^2 \alpha . \int x^2 dm + \text{Sin.}^2 \beta . \int y^2 dm + \text{Sin.}^2 \gamma . \int z^2 dm .$$
$$- 2 \text{Cos.} \alpha \text{ Cos.} \beta . \int xydm - 2 \text{Cos.} \alpha \text{ Cos.} \gamma . \int xzdm$$
$$- 2 \text{Cos.} \beta \text{ Cos.} \gamma . \int yzdm .$$

Durch diese Gleichung wird man daher das Trägheitsmoment $\int p^2 dm$ des Körpers in Beziehung auf irgend eine Axe, die durch den Anfangspunct der Coordinaten geht und mit x, y, z die Winkel α, β, γ macht, bestimmen können, wenn man nur die sechs Integrale der letzten Formel kennt, die sich auf die ganze Masse des Körpers erstrecken und die sich auf die gewählten drei Coordinatenaxen der x, y, z beziehn. Hat man aber diese drei Axen so gewählt, dafs sie zugleich die Hauptaxen des Körpers sind, so verschwinden nach dem Vorhergehenden die drei letzten Integrale und die vorhergehende Gleichung wird in die folgende einfachere übergehn

$$\int p^2 dm = \text{Sin.}^2 \alpha . \int x^2 dm + \text{Sin.}^2 \beta . \int y^2 dm + \text{Sin.}^2 \gamma . \int z^2 dm .$$

Da man aber allgemein hat $\text{Cos.}^2 \alpha + \text{Cos.}^2 \beta + \text{Cos.}^2 \gamma = 1$, so wird der letzte Ausdruck sich in den folgenden verwandeln

$$\int p^2 dm = (\int y^2 dm + \int z^2 dm) \text{ Cos.}^2 \alpha$$
$$+ (\int z^2 dm + \int x^2 dm) \text{ Cos.}^2 \beta$$
$$+ (\int x^2 dm + \int y^2 dm) \text{ Cos.}^2 \gamma ,$$

oder endlich, wenn man die vorigen Bedeutungen der Gröfsen A, B, C beibehält,

$$\int p^2 dm = A \text{ Cos}^2 \alpha + B \text{ Cos.}^2 \beta + C \text{ Cos.}^2 \gamma .$$

Man braucht also nur die drei Trägheitsmomente A, B, C eines Körpers in Beziehung auf seine drei Hauptaxen zu kennen, die sich in irgend einem Puncte des Körpers schneiden, um daraus sofort auch das Moment des Körpers in Beziehung auf jede andere, durch denselben Punct gehende Axe abzuleiten. Verbindet man die letzte Gleichung mit der oben erhaltenen

$$\mu' = \mu + ma^2 ,$$

so sieht man, dafs die Bestimmung aller Trägheitsmomente eines Körpers sich auf die Berechnung der drei Hauptmomente, die dem Schwerpuncte des Körpers entsprechen, zurückführen läfst.

Aus dem Vorhergehenden lassen sich noch mehrere wich-
e Eigenschaften der Trägheitsmomente eines Körpers ablei-
. Sind z. B. wieder A, B, C die Momente für die drei
uptaxen und ist eines von ihnen, z. B. das Moment A, das
fste und B das kleinste von diesen drei Hauptmomenten,
ist auch A das gröfste und B das kleinste von allen mög-
ien Momenten in Beziehung auf alle Axen, die durch den
fang der Coordinaten gehn.

Sind alle drei Hauptmomente $A=B=C$ unter sich gleich,
sind alle übrige Momente des Körpers ebenso grofs, die
h auf Axen beziehn, welche ebenfalls durch den Anfang
r Coordinaten gehn, wie dieses z. B. an der Kugel, im
ürfel, im regelmäfsigen Oktaëder u. s. w. der Fall ist, wenn
Anfang der Coordinaten in dem Mittelpuncte des Körpers
ommen wird.

Sind aber nur zwei Hauptmomente gleich und ist z. B.
$=B$, so sind auch alle diejenigen Momente unter sich gleich,
sich auf Axen beziehn, welche durch den Anfang der
ordinaten gehn und gegen die Axe der z um denselben
inkel geneigt sind. Dieses ist der Fall bei allen Körpern,
durch Rotation einer ebenen Figur um eine geradlinige
e entstanden sind.

F. Beschliefsen wir diesen Gegenstand mit der Angabe
r Trägheitsmomente der Hauptaxen für diejenigen Körper,
bei wissenschaftlichen und artistischen Untersuchungen am
isten vorkommen.

I. Für ein rechtwinkliges und in seiner Masse durchaus
mogenes Parallelepipedum. Sind die drei Seiten desselben
gleich die Axen der x, y, z und nennt man a, b, c die Längen
ser Seiten, so hat man, wenn ϱ die Dichtigkeit der Masse,
s welcher der Körper besteht, bezeichnet, $dm=\varrho\, dx\, dy\, dz$,
o auch, wenn C das sich auf die Axe der z beziehende
oment bedeutet,

$$C=\varrho\int\int\int(x^2+y^2)\,dx\,dy\,dz,$$

rausgesetzt dafs die Masse des Körpers in allen ihren Thei-
n homogen ist. Im entgegengesetzten Falle wird ϱ irgend
ne Function von x, y und z seyn und man wird haben

$$C=\int\int\int(x^2+y^2)\,.\,\varrho\,.\,dx\,dy\,dz.$$

tegrirt man diesen Ausdruck dreimal von x, y, z gleich Null

bis $x = a$, $y = b$ und $z = c$, so erhält man, wenn man der Kürze wegen $m = \varrho\, a b c$ setzt,

$$C = \tfrac{1}{3} m (a^2 + b^2)$$

und ebenso $B = \frac{1}{3} m (a^2 + c^2)$ und $A = \frac{1}{3} m (b^2 + c^2)$.
Hier gehn also die Axen der x, y, z durch den Scheitel eines der acht Winkel des Parallelepipedums. Sollen sie aber durch den Schwerpunct desselben, der zugleich sein Mittelpunct ist, gehn und wie zuvor den drei Seiten des Körpers parallel seyn, so findet man folgende Trägheitsmomente:

$$C = \frac{m}{12} (a^2 + b^2),$$

$$B = \frac{m}{12} (a^2 + c^2),$$

$$A = \frac{m}{12} (b^2 + c^2).$$

II. Für einen senkrechten Cylinder mit kreisförmiger Basis sey $2a$ die Höhe und r der Halbmesser der Basis, also $m = 2\pi a r^2$ die Masse oder das Volumen desselben. Der Anfang der Coordinaten sey der Mittelpunct der Axe des Cylinders und diese Axe sey zugleich die coordinirte Axe der x, während die Ebene yz mit der Basis parallel seyn soll. Dieses vorausgesetzt hat man für das Trägheitsmoment des Cylinders in Beziehung auf diejenige Axe, welche durch den Mittelpunct der Basis geht und auf derselben senkrecht steht, oder in Beziehung auf die Axe der x

$$A = \int (y^2 + z^2)\, dm = \tfrac{1}{2} m r^2$$

und ebenso erhält man das Trägheitsmoment für die Axe der y

$$B = \int (x^2 + z^2)\, dm = m \left(\frac{a^2}{3} + \frac{r^2}{4}\right)$$

und endlich für die Axe der z

$$C = \int (x^2 + y^2)\, dm = m \left(\frac{a^2}{3} + \frac{r^2}{4}\right),$$

so dafs daher $B = C$ ist.

III. Für eine Kugel, deren Halbmesser r ist. Sucht man das Moment der Kugel in Beziehung auf einen ihrer Durchmesser, so findet man $A = B = C$ und jedes dieser Momente gleich

$\frac{8}{15} r^2 \pi$ oder gleich $\frac{2}{5} r^2 m$,

an $m = \frac{4 \pi r^3}{3}$ die Masse der ganzen Kugel bezeichnet.

IV. Für eine Kugelschale von gegebener Dicke. Sucht
n ihr Trägheitsmoment in Beziehung auf eine durch den
ttelpunct der Schale gehende Axe und ist a der Halbmes-
der äufseren und b der innern Grenze der Schale, also
h ihre Masse

$$m = \frac{4\pi}{3} (a^3 - b^3),$$

hat man für das gesuchte Moment

$$\mu = \frac{2m}{5} \cdot \frac{a^5 - b^5}{a^3 - b^3}.$$

r $b = 0$, das heifst, für eine ganze Kugel hat man
$= \frac{2 m a^2}{5}$, wie zuvor.

Ist die Dicke der Schale unendlich klein, also $a = b$, so
t man für das Moment der blofsen Oberfläche einer Kugel

$$\mu = \frac{2}{3} a^2 m.$$

Ist aber diese Dicke nur überhaupt sehr gering und
$= a - da$, so findet man für das Moment der Kugelschale

$$\mu = \frac{8}{3} a^4 \pi . da.$$

V. Für Körper, welche durch Rotation einer krummen
nie um eine gerade Linie entstehn. Sucht man das Moment
eser Körper in Beziehung auf diese gerade Linie, die zu-
eich die Axe der x seyn soll, und ist die Gleichung der
urve durch die beiden Coordinaten x und y gegeben, so hat
in für das gesuchte Moment

$$\mu = \frac{\pi}{2} \int y^4 dx.$$

ir den Kreis z. B. ist $y^2 = 2ax - x^2$, wenn a den Halb-
esser desselben bezeichnet, also hat man auch für das Mo-
ent eines Kugelstücks, zu welchem die Abscisse x gehört,

$$\mu = \frac{\pi}{2} \left(\frac{4}{3} a^2 x^3 - a x^4 + \frac{1}{5} x^5 \right).$$

ir die ganze Kugel ist $x = 2a$, also auch $\mu = \frac{8 \pi a^5}{15}$, wie
ivor.

Ebenso hat man für den Kegel, der durch die Rotation der geraden Linie $y = ax + b$ entsteht,

$$\mu = \frac{\pi}{10a}(ah + b)^5,$$

wo $\frac{h}{b}$ die Höhe des Kegels bezeichnet.

Für das Moment des abgestumpften Kegels, dessen Höhe h ist, hat man

$$\mu = \frac{\pi}{10a}[(ah + b)^5 - b^5].$$

VI. Für ein Ellipsoid mit drei Axen endlich hat man die bekannte Gleichung

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

und daraus findet man die drei Trägheitsmomente des Ellipsoids

für die Axe der $x \ldots A = \frac{m}{5}(b^2 + c^2)$,

$y \ldots B = \frac{m}{5}(a^2 + c^2)$,

$z \ldots C = \frac{m}{5}(a^2 + b^2)$,

wo $m = \frac{4\pi}{3}.abc$ das Volumen oder die Masse des Körpers bezeichnet. Setzt man in diesen Ausdrücken $a = b$, so erhält man für das Sphäroid, welches durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe c entstanden ist,

$$A = B = \frac{m}{5}(a^2 + c^2) \text{ und } C = \tfrac{2}{5}a^2 m,$$

wo $m = \frac{4}{3}a^2 c\pi$ ist.

Ist endlich $a = b = c$, so erhält man für die Kugel, deren Halbmesser gleich a ist, das Moment der Trägheit derselben

$$\mu = \frac{8\pi}{15}a^5, \text{ wie zuvor.}$$

L.

Monat.

Mensis; Mois; *Month*.

Die Zeit, während welcher der Mond einen Umlauf um Himmel oder um die Erde zu vollenden scheint. Da er e in derselben Zeit auch den periodischen Wechsel seiner hterscheinungen (seines Ab- und Zunehmens) vollendet, so der Monat ohne Zweifel schon in den frühesten Jahrhunten als ein Zeitmafs gebraucht worden. In der That, so schieden und selbst sonderbar bei manchen Völkern der al- und neuen Zeiten die Eintheilungen ihrer Tage ausgefal- sind, so findet man doch zwei derselben beinahe überall :der, die *Woche* von sieben und den *Monat* von nahe ifsig Tagen, besonders aber die Woche, die sich, seit dem uesten Alterthume, durch alle Zeiten und Völker und ch alle Verwirrungen unserer Chronologie unverrückt und gestört durchschlingt. Nur einmal in unsern Tagen wurde Versuch gemacht, dieses alte Monument durch ein mones, die *Décade* von zehn Tagen, zu ersetzen, aber der rsuch mifslang, gleich so vielen andern, die aus dersel-, oft sehr unreinen Quelle hervorgegangen sind.

Wenn man aber den Umlauf des Monds, also den eintlichen Begriff des Worts „*Monat*" genauer betrachtet, so det man bald mehrere verschiedene Arten dieses Umlaufs, o auch mehrere Gattungen von Monaten.

Der *wahre* Umlauf des Monds um die Erde ist die Zeit, welcher er wieder zu demselben Fixsterne oder vielmehr in lcher er wieder zu demselben Puncte des Himmels zurückhrt. In dieser Zeit hat nämlich der Mond in der That lle 360 Grade oder einen ganzen Kreis am Himmel zu:kgelegt und man nennt diese Zeit den *siderischen Monat*. beträgt nach den neuesten Bestimmungen 27,321661 Tage er $27^{T}\,7^{h}\,43'\,11'',5104$, wo die hier und in der Folge geinten Tage immer die sogenannten mittleren Sonnentage[1]

---

1 S. Art. *Sonnenzeit*. Bd. VIII. S. 902. u. *Sonnenjahr*. Ebend. 869.

bedeuten, deren 365,242255 auf ein tropisches *Sonnenj*
gehn.

Während dieser Zeit eines völligen Umlaufs des Mo
der von West gen Ost statt hat, bewegen sich aber die *Na*
gleichenpuncte etwas gen West und kommen sonach gle
sam dem Monde entgegen. Aus diesem Grunde ist die U
laufszeit des Monds in Beziehung auf die Nachtgleichen o
der *tropische Monat* etwas kleiner, als der siderische, n
lich gleich 27,321582 Tagen oder gleich $27^{T}\,7^{h}\,43'\,4'',6848$
dieses ist also die Zeit, in welcher der Mond wieder dies
Länge in der Ekliptik erhält.

Im gemeinen Leben betrachtet man den Mond gewö
lich nur in Beziehung auf seine Lichtgestalten[1], die von d
Stellung des Monds gegen die Sonne abhängen. So tritt i
mer der *Neumond* ein, wenn Sonne und Mond dieselbe Lä
ge haben oder wenn sie beide in derselben Himmelsgege
stehn, der *Vollmond* aber, wenn die Längen dieser beid
Gestirne um 180 Grade verschieden sind oder wenn sie a
Himmel einander gegenüber stehn. Da nun die Sonne s
eine eigene Bewegung hat, die, wie jene des Monds, v
West gegen Ost gerichtet ist und täglich im Mittel 0,9
Grade beträgt, so wird die Umlaufszeit des Monds in Bez
hung auf die Sonne oder so wird der *synodische* Monat g
ſser seyn, als der siderische. Nach den neuesten Bestimm
gen beträgt der synodische Monat 29,530587 Tage oder 29^{T}
$12^{h}\,44'\,2'',7168$ und dieses ist die Zeit von einem Neumond
zum andern oder auch von einem Vollmond zum andern.

Die *Knoten* der Mondbahn nennt man die zwei Puncte
in welchen die Bahn des Monds die Ebene der Ekliptik schnei-
det oder in welchen der Mond durch die Ekliptik geht. Da
diese beiden Puncte für die Theorie der Sonnen- und Mond-
finsternisse sehr wichtig sind und da sich dieselben ebenfalls
am Himmel bewegen, so hat man auch die Umlaufszeit des
Monds in Beziehung auf diese Knoten gesucht. Man nennt
diese Zeit den *Drachenmonat* und er beträgt 27,21214 Tage
oder $27^{T}\,5^{h}\,5'\,28'',90$. Er ist, wie man sieht, kleiner als
der siderische Monat, weil die Mondknoten rückwärts oder
gen West und sonach dem Monde gleichsam entgegengehn.

1 S. Art. *Phasen*. Bd. VII. S. 466.

die Nachtgleichenpuncte, nur viel schneller, indem jene
nem Jahre über 19° 20', diese aber nur etwa 50'',2113
er rücken. Die Benennung des Drachenmonats endlich
nt von der alten Sitte, den aufsteigenden *Knoten* der
dbahn *Drachenkopf* und den absteigenden *Drachen-
anz* zu nennen, was ohne Zweifel mit der Mythe zusam-
ıängt, nach welcher bei Finsternissen, die sich immer
er Nähe jener Knoten ereignen, der Mond mit einem gro-
Drachen im Kampfe seyn sollte.

Noch bedient man sich in der Astronomie des Umlaufs
Monds in Beziehung auf seine *Syzygien*, welche Umlaufs-
der *anomalistische Monat* genannt wird. Er ist gleich
Zeit, während welcher der Mond wieder zu seinem Pe-
m oder auch zu seinem Apogeum[1] zurückkehrt. Diese
en Puncte der Mondbahn bewegen sich nämlich eben-
am Himmel, und zwar gen Ost, wie der Mond selbst,
r der anomalistische Monat, so wie der synodische, grö-
seyn mufs, als der siderische. Der anomalistische Monat
gt 27,5549 Tage oder $27^T\ 13^h\ 21'\ 3'',36$.

Wenn man einen dieser fünf Mondmonate kennt, so las-
sich daraus die andern leicht durch Rechnung ableiten.
. B. a die bekannte Umlaufszeit des Monds oder irgend
andern Gestirns in Beziehung auf einen gegebenen Punct
3. in Beziehung auf die Nachtgleichen, auf die Knoten,
die Sonne u. s. w.) und ist m die tägliche Bewegung ei-
zweiten Puncts in Beziehung auf jenen ersten, so hat man
die gesuchte Umlaufszeit b des Gestirns in Beziehung auf
en zweiten Punct

$$b = \frac{360\,a}{360 - am},$$

auch, wenn b bekannt und a gesucht ist,

$$a = \frac{360\,b}{360 + bm},$$

m negativ genommen wird, wenn der zweite Punct in
iehung auf das Gestirn eine entgegengesetzte Richtung der
egung hat.

Aufser diesen fünf *Mondmonaten* hat man auch noch ei-
sogenannten *Sonnenmonat*, welcher letzte der zwölfte

1 S. Art. *Erdferne*. Bd. III. S. 1141.

Theil des tropischen Sonnenjahrs ist[1]. Das *tropische Sonn-*
jahr beträgt 365,242255 Tage und daher der Sonnenmo-
30,436855 Tage oder $30^{T}\ 10^{h}\ 29'\ 4'',272$. Dieser Sonn-
monat ist eigentlich die Zeit, welche die Sonne in jedem
zwölf Zeichen des Thierkreises verweilt.

Bei allem Vorhergehenden mufs bemerkt werden, dafs
Mond, so wie auch die Sonne, eine ungleichförmige Be-
gung habe oder dafs die Geschwindigkeit des Monds in
schiedenen Puncten seiner Bahn ebenfalls verschieden ist,
zum Theil von der Ellipticität der Mondbahn und zum T
von den Störungen[2] kommt, welche die Sonne auf die Be
gung des Monds ausübt. Aus dieser Ursache ist daher
synodischer Monat dem andern und ebenso kein Drachen
nat u. s. w. dem andern gleich, wenn von dem Monde so
wie er uns am Himmel erscheint, die Rede ist. Allein
Vorhergehenden ist durchaus unter dem Worte „Mond"
sogenannte *mittlere Mond*[3] verstanden worden, und da
letzte eine *völlig gleichförmige* Bewegung hat, so sind
alle oben angeführten Monate immer von derselben Länge
die bisher genannten Monate kann man *astronomische* Mo
nennen, da sie sich unmittelbar auf die Gestirne des Him
beziehn. Man hat aber auch *bürgerliche* Monate, die
häufig willkürlich zur blofsen Unterabtheilung des Jahres
funden hat und denen man daher eine gewisse Anzahl
vollen Tagen, meistens 30 oder 31 (ohne weitere klein
Theile des Tags, wie Stunden, Minuten u. s. f.), gegeben
Diese bürgerlichen Monate haben die Kalender der versch
denen Nationen oft sehr complicirt gemacht und in
ganze Chronologie viel Verwirrung gebracht.

Offenbar bieten sich zur Regulirung unserer Zeit vo
len Gestirnen vorzüglich die Sonne oder der Mond dar.
Sonne giebt, durch ihren schiefen Lauf gegen den Erdäq
tor, die *Jahreszeiten*, deren regelmäfsige Wiederkehr ge
schon sehr frühe zur Zeiteintheilung benutzt worden ist.
Mond aber bietet sich, zu demselben Zwecke, durch s
regelmäfsigen Lichtwechsel nicht minder gut dar. Es

---

1 S. Art. *Jahr*. Bd. V. S. 665.
2 Vergl. Art. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 440.
3 S. Art. *Mittlerer Planet*.

darauf an, zwischen beiden Gestirnen das geeignetste
ählen, allein man glaubte unglücklicher Weise am be-
zu thun, wenn man beide zugleich als Regulatoren un-
Chronologie annähme, die Sonne wegen der Jahreszeiten,
arnach die Jahre abzuzählen, und den Mond wegen sei-
icht minder auffallenden Lichtwechsel, durch welche man
re und sonach bequemere Unterabtheilungen des Jahrs,
ch die Monate, erhielt. Die ersten rohen Beobachtungen
n die Länge des Jahrs zu 360 Tagen erkennen und dem
ischen Monate (welcher nach dem Vorhergehenden nahe
Tage hat) gab man in runder Zahl 30 volle Tage, so
man mit 12 solchen Monaten das Jahr von 360 Tagen
darstellte. Mit dieser Anordnung waren die ersten Völ-
die das Bedürfnifs einer genaueren Zeiteintheilung fühl-
wahrscheinlich sehr lange zufrieden.

llein später bemerkte man, dafs der Anfang des Jahrs
mehr in dieselbe Jahreszeit fiel, wie zuvor, dafs also
her angenommene Länge des Jahrs von 360 Tagen nicht
richtig seyn müsse. Auch die Neumonde, die früher
n den Anfang eines jeden der 12 Monate gefallen wa-
wichen immer mehr von dieser Ordnung ab und fielen
in die Monate, deren Anfang sie doch bezeichnen soll-
um Beweise, dafs die früher angenommene Länge des
zu 30 Tagen auch unrichtig seyn müsse. Genauere
htungen der folgenden Astronomen lehrten zwar bei-
lie Länge des Jahrs (zu $365^T\ 5^h\ 48',85$) und die des
chen Monats (zu $29^T\ 12^h\ 44',04$), genauer kennen, aber
enntnifs selbst zeigt auch, dafs sich beide Gestirne zu-
nicht ohne Umstände und Unbequemlichkeiten mancher
demselben Zwecke vereinigen lassen werden. Inzwi-
nan war an diese Vereinigung einmal gewöhnt, sie war
bis zu dem gemeinen Mann vorgedrungen und liefs
ht gut mehr entfernen. Man fuhr also fort, die Jahre
en Jahreszeiten d. h. nach der Sonne und die Monate
n Lichtphasen des Monds zu zählen, und die Aufgabe
onomen und Chronologen war nun darauf zurückge-
diese Mischung von zwei so heterogenen Dingen we-
so erträglich, als sich thun liefs, zu machen, damit
s entstehende Verwirrung nicht gar zu grofs werde.
rbeit wurde ihnen durch gewisse kirchliche Einrich-

tungen, die das Osterfest u. dgl. betrafen und sich eben
an jene Vereinigung der beiden Gestirne knüpften, noch be
trächtlich erschwert, und d. Art. *Kalender* enthält bereits
Vorzüglichste von der Geschichte dieser Bemühungen der As
nomen und Chronologen in Europa, um sich vor den im
wieder kommenden Verwirrungen zu befreien, an welchen
sere Zeitrechnung lange gelitten hat und in den meisten
ſsereuropäischen Staaten noch leidet.

Die Türken und überhaupt die Mahomedaner schni
nach ihrer Art, den Knoten entzwei und hielten sich bei
rer Zeitrechnung bloſs an den Mond. Dadurch ist ihr Ka
der und ihre ganze Chronologie eine der einfachsten, die
kennt. Allein mit den Geschäften des Ackerbaus, der Sch
fahrt u. dgl. stimmt ihr Kalender nicht mehr überein
dieses muſs allerdings als ein bedeutender Fehler dieser Ze
rechnung angesehn werden. Das Neujahr der Türken fiel i
J. 1812 unserer christlichen Zeitrechnung mit unserem Neuj
nahe zusammen; allein jetzt, im J. 1836, fällt das türkis
Neujahr schon auf unsern 18. April, im Jahr 1846 wird e
auf den 20. December, im Jahr 1900 wieder auf den 3
April u. s. w. fallen, so daſs auf diese Weise das Neu
der Türken alle 32 Jahre die sämmtlichen vier Jahreszeiten
durchwandert.

Die alten Griechen, die ihren Kalender nach der Son
und dem Monde zugleich einrichteten, lieſsen auf den Ra
ihrer Astronomen Meton und Euktemon ihre Monate v
29 und 30 Tagen regelmäſsig abwechseln, schalteten ab
um von dem Mondlaufe nicht zu sehr abzuweichen, alle 1
Jahre siebenmal einen ganzen Monat von 30 Tagen ein. Be
dieser sinnreichen Einrichtung fielen ihre Neumonde imme
sehr nahe auf den Anfang eines jeden neuen Monats, was al
lerdings sehr angemessen und ein Vorzug war, den selbst un
ser gegenwärtiger Kalender entbehren muſs, da in densel
ben, wie man weiſs, die Neu- und Vollmonde ebenso o
auf den Anfang als auf die Mitte des Monats fallen. Auc
hatte diese Einrichtung des griechischen Kalenders den noc
wichtigeren Vortheil, daſs die Frühlingsnachtgleiche wenig
stens nach jedem 19. Jahre wieder auf denselben Monatsta
fiel, daſs also die Jahreszeiten mit den Monaten in steter
Verbindung blieben.

Die Juden haben diese Combination der Sonne mit dem ide auf eine wohl scharfsinnige, aber auch zugleich sehr vickelte Weise zu benutzen gesucht. Nach ihrem Kalen- fällt der Neujahrstag immer auf den Tag des mittlern Neu-ids, welcher der erste nach der Herbstnachtgleiche ist, doch l diese Regel, verschiedener kirchlichen Einrichtungen we-, mehrern Ausnahmen unterworfen. Demnach fällt ihr ijahrstag bald auf die ersten, bald auf die letzten Tage un- Septembers, ja öfter selbst auf die ersten Tage des Octo-s, und die Jahreszeiten können sich höchstens um einen nat verrücken, während sie in dem türkischen Kalender nälig alle zwölf Monate durchwandern.

Der altrömische Kalender, so wie er von Julius Caesar gesetzt wurde, gab zwar die Jahreszeiten immer mit den-ien Monaten übereinstimmend, wenigstens auf viele Jahr-iderte nach der Epoche seiner Gründung, aber die Neu-nde durchliefen, wie in unserm gegenwärtigen Kalender, Tage der einzelnen Monate.

Namen der Monate bei verschiedenen Völkern.

Die *Juden* haben 12 Monate für ihre gemeinen Jahre l 13 für ihre Schaltjahre. Jedes dieser Jahre ist entweder kurzes oder ein mittleres oder ein langes. Die folgende fel giebt die Namen und die Anzahl der Tage jedes Monats allen diesen sechs Jahren.

	Gemeine Jahre			Schaltjahre		
	Kurze	Mittlere	Lange	Kurze	Mittlere	La[illegible]
Tisri	30	30	30	30	30	[illegible]
Marchesvan . .	29	29	30	29	29	[illegible]
Kislaw	29	30	30	29	30	[illegible]
Tebeth	29	29	29	29	29	[illegible]
Schwat	30	30	30	30	30	[illegible]
Adar	29	29	29	30	30	[illegible]
W' Adar	—	—	—	29	29	[illegible]
Nisan	30	30	30	30	30	[illegible]
Ijar	29	29	29	29	29	[illegible]
Sivan	30	30	30	30	30	[illegible]
Thamuz	29	29	29	29	29	[illegible]
Ab	30	30	30	30	30	[illegible]
Elul	29	29	29	29	29	[illegible]
Summe	353	354	355	383	384	[illegible]

Die in dieser Tafel angezeigte Ordnung der Monat[e, in] welcher Tisri der erste ist, gehört nur für die bürger[lichen] Jahre. Das kirchliche Jahr der Juden fängt mit dem Nisan an, in welchen ihr Hauptfest, Ostern, fällt.

Den Ostertag der Juden kann man durch einige [ein]fache algebraische Operationen für jedes Jahr finden, GAUSS[1] zuerst bekannt gemacht hat. Ist dann der [Tag] des Osterfestes, welches 7 Tage dauert, gefunden, so man auch den Neujahrstag des folgenden Jahrs, wenn zu dem Ostertage noch 163 Tage addirt. Entwickelt [man auf] diese Weise zwei nächstfolgende Jahre, so giebt die D[ifferenz] der beiden Neujahrstage auch die Anzahl der in dies[en Jah]ren enthaltenen Tage, woraus man dann, mit Hülfe d[er vor]hergehenden Tafel, sogleich sieht, zu welchen der 6 [Jahre das] gegebene gehört. Ist aber dieses bekannt, so kann [man] sofort angeben, auf welchen unserer Monatstage die Tage der 12 oder 13 jüdischen Monate fallen.

Die Mahomedaner haben 12 Monate, die abw[echselnd] 29 und 30 Tage enthalten, wie folgende Tafel zeigt.

1 V. ZACH Monatl. Corr. 1802. Mai.

Moharrem . .	30 Tage		VII. Redscheb . .	30 Tage	
Safer	29	—	VIII. Schaban . .	29	—
Rebiulewel . .	30	—	IX. Ramasan . . .	30	—
Rebiulachir . .	29	—	X. Schwal	29	—
Dschemasiulewel	30	—	XI. Silkide	30	—
Dschemasiulachir	29	—	XII. Silhidsche . .	29	—

chaltjahren aber hat der letzte Monat Silhidsche 30 Tage.

Die Namen der Monate unseres Kalenders sind allgemein nnt und waren schon bei den Römern gebräuchlich. Der at Januar soll seine Benennung von dem Gotte JANUS, März von MARS, der Maï von der Göttin MAJA, der tter MERCUR's, und der Junius von der JUNO erhalten ha-, welchen vier Göttern im Anfange der genannten Monate den Römern öffentliche Opfer gebracht wurden. Der Mo-Februar soll seinen Namen von *Februare* (reinigen) er-en haben, weil während dieses Monats, an den Festtagen Lupercalien, die Reinigung der Lebenden und die Sühn-r der Todten vorgenommen wurden. April soll von *ape-* (öffnen) kommen, weil in diesem Frühlingsmonate der im nter geschlossene Schofs der Erde sich wieder öffnet. Die nen der Monate September, October, November und De-ber bedürfen keiner Erklärung, da sie in der That der 7., 9. und 10. Monat des Jahrs bei den Römern waren, wel-ihr Jahr mit dem März anfingen. Aus dieser Ursache hiefs h der Julius und August früher Quinctilis und Sextilis. ch dem Tode JULIUS CAESAR's wurde durch einen Senats-chlufs der Monat Quinctilis zu Ehren des grofsen Impera-s Julius genannt, und als später OCTAVIAN den Namen GUSTUS angenommen hatte, verwandelte ein anderer Se-sbeschlufs den Namen Sextilis in Augustus. Da aber dieser nat nur 30 Tage hatte und die damals in dem römischen nate bereits vorherrschende Schmeichelei nicht zugeben llte, dafs der Monat Augustus dem Julius, in dieser Be-hung nachstehn sollte, so nahm man einen Tag aus dem bruar, der ohnehin nur 29 Tage hatte, heraus, um ihn in n August einzuschalten. Blofs in den Schaltjahren liefs man n Februar wieder sein altes Recht geniefsen. *C'est ainsi,* sagt J. ROUSSEAU bei einer ähnlichen Gelegenheit, *que la sub-ance du pauvre est toujours employée au profit du puissant.*

Diese Apotheosen durch Verwechselung der Monatsna-
men wurden zu den Zeiten der ersten römischen Kaiser ei
Art von Mode bei dem immer tiefer in sclavische Schm
chelei versinkenden Senate. Tempel und Altäre, Statuen u
Triumphbogen hatten bereits den Reiz der Neuheit verl
und waren für abgenutzt erklärt. Man hätte nun die e
neu entdeckten Länder und Inseln, wie dieses später
wurde, nach jenen Imperatoren nennen können, allein
römischen Senatoren waren keine Weltumsegler und beg
ten sich mit ihren grofsen Landgütern auf den bereits bek
ten Erdtheilen. Ihnen blieb in ihrer Stellung nur noch
Plünderung des Kalenders übrig und diesen suchten sie d
auch gehörig auszubeuten, weil dazu glücklicher Weise k
nautischen oder astronomischen Kenntnisse, die ihnen m
gelten, sondern nur schamlose Kriecherei erfordert wurde,
welcher sie Ueberflufs hatten. Auf diese Art wurde in
nem weitern Senatsbeschlusse allen römischen Bürgern
Lebensstrafe geboten, den Monat April künftig *Nero* und d
Mai fernerhin *Claudius* zu nennen. Der Kaiser Domi
wollte im Uebermafse seine Bescheidenheit nicht erst die
Decrete seines Senats abwarten, sondern befahl sofort selbst,
dafs der October fortan seinen Namen *Domitianus* tragen
sollte. Ja nachdem man auf diese Weise alle Monate des
Jahres ausgebeutet hatte, wurden auch diese neueren Namen
wieder verworfen, um denen der nachfolgenden Imperatoren
Platz zu machen, wie denn der Monat Sextilis, der nach-
her August genannt worden war, jetzt den Namen des Unge-
heuers Commodus sich gefallen lassen mufste u. s. w.

L.

Mond.

Luna; Lune; *Moon.*

Wenn wir uns auf die Oberfläche der Sonne versetzen
könnten, so würden wird daselbst unsere Erde als eine klein
lichte Scheibe von 17 Sec. im Durchmesser oder nahe vo
der Gröfse erblicken, unter welcher uns jetzt Saturn ohne
seinen Ring erscheint. Dieses lichte Scheibchen würden w
in $365\frac{1}{4}$ Tagen um die Sonne gehn sehn, während ein ande

noch viel kleinerer Lichtpunct, von nur 4 Sec. in Durchsser, diese Erde umkreisen, jeden Umlauf um die Erde in Tagen vollenden, bald rechts, bald links von der Erde hn und sie auf ihrer Bahn um die Sonne stets so begleiten rde, dafs dieser Lichtpunct sich nie mehr als um den 4ten eil des Sonnendurchmessers, wie er uns erscheint, von der le entfernt. Dieses Lichtpünctchen ist unser Mond, der , von der Erde gesehn, nahe ebenso grofs als die Sonne bst erscheint, obschon die Sonne in der That so vielmal fser ist, dafs aus ihr mehr als 74 Millionen solcher Kugeln, e unser Mond ist, gemacht werden könnten. Die Geıwindigkeit, mit welcher der Mond in einem Monate um Erde läuft, ist nur der dreifsigste Theil jener, womit die le und mit ihr der Mond, jährlich um die Sonne geht. Die le, legt nämlich auf ihrer Bahn um die Sonne im Mittel hrend jeder Zeitsecunde 4 geogr. Meilen, der Mond aber seinem Wege um die Erde nur 2970 Fufs oder nur $\frac{2}{15}$ ier Meile zurück. Da er aber, während er seine elliptische hn um die Erde beschreibt, zugleich mit der Erde um die nne geht, so wird seine eigentliche Bahn im Weltraume, rch diese doppelte Bewegung, sehr zusammengesetzt und se Bahn ist nicht mehr, gleich jener der Erde, nahe ein eis, sondern sie gleicht einer in 12 bis 13 Knoten gelungenen Schnur, welche Knoten aber selbst nach Million von Jahren nie wieder auf dieselben Puncte der Schnur rückfallen.

Unter allen Gestirnen des Himmels, allein die Sonne ausnommen, ist der Mond für uns bei weitem das wichtigste. scheint nur der Erde wegen da zu seyn. Alle andere Gerne, selbst die schöne Venus und der mächtige Jupiter, sind r uns nur ein Edelstein mehr in der unermefslichen Strahkrone des Himmels, die uns gleich dem Diademe mancher errscher nur mit ihrem Glanze blenden, ohne uns zu nüen, während der Mond durch ein enges Band der Freundhaft und der gegenseitigen Abhängigkeit mit der Erde verınden ist. Er steht uns unter allen Himmelskörpern am nächen und seine Einflüsse auf uns sind daher so zahlreich, dafs ir wahrscheinlich viele derselben noch gar nicht kennen. Er leuchtet und verschönert unsere Nächte; seine anziehende raft hebt täglich zweimal das Weltmeer und treibt dadurch

die Schiffe in die Häfen aus und ein; die regelmäſsige Ab-
wechselung seiner Lichtgestalten gab uns die erste Basis un-
serer Zeitrechnung, ohne welche wir keine Geschichte hätten;
seiner schnellen Bewegung unter den Gestirnen verdanken wir
die Kenntniſs der Lage unserer Städte und Länder auf der
Oberfläche der Erde und dadurch den Hauptinhalt unserer
Geographie und die eigentliche Grundlage unserer Land- und
Seecharten; er leitet den Seefahrer mit Sicherheit durch un-
bekannte Meere; er hat einen unbestreitbaren Einfluſs auf un-
sere Witterung und vielleicht selbst auf unsere körperliche
und geistige Gesundheit. So viele und wichtige Relationen
scheinen es wohl zu verdienen, daſs man die Quelle, aus
welcher sie entspringen, näher kennen lerne.

A. Mondbahn; Umlauf des Mondes um die Erde.

Nach den neuesten Bestimmungen legt der Mond seinen
Weg um die Erde in 27,321661423 mittleren Sonnentagen in
der Richtung von West nach Ost zurück. In dieser Zeit
vollendet er nämlich volle 360 Grade um die Erde, oder
wenn man ihn, im Anfange dieser Zeit, von der Erde aus
bei irgend einem festen Puncte des Himmels, z. B. bei einem
Fixstern sieht, so sieht man ihn am Ende dieser Zeit wieder
in demselben Puncte. Man nennt diese Zeit die *siderische
Revolution* des Monds.

Allein die Astronomen bedürfen öfter die Kenntniſs der
Umlaufszeit des Mondes in Beziehung auf andere Puncte des
Himmels, die selbst wieder beweglich sind. Ein solcher Punct
ist vor allen der Frühlingspunct, in welchem sich die Ebe-
nen des irdischen Aequators und der Erdbahn schneiden. Die-
ser Punct bewegt sich in einem Jahre um 50",1 auf der Eklip-
tik, und zwar von Ost gen West, in einer der Bewegung des
Mondes entgegengesetzten Richtung, woraus folgt, daſs der
Mond in einer kürzern Zeit wieder zu dem Frühlingspuncte
als zu demselben Fixsterne zurückkehren wird. In der That
ist auch diese Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf den
Frühlingspunct oder die *tropische* Revolution desselben gleich
27,321582 Tagen.

Der Mond bewegt sich, wie alle Körper unsers Sonnen-
›ms, in einer Ellipse. Die Ebene dieser Ellipse geht durch
Mittelpunct der Erde und dieser Mittelpunct liegt in ei-
der beiden Brennpuncte jener Ellipse. Diese Ebene der
dbahn fällt übrigens nicht mit der Ebene der Erdbahn
nmen, sondern sie durchschneidet die letzte nur in einer
len, durch die Erde gehenden Linie, welche die *Kno-*
nie der Mondbahn heifst, und zwar unter einem Winkel
5,14665 Graden, welchen Winkel man die *Neigung* der
lbahn nennt. Weder diese Knotenlinie, noch auch die
e Axe jener Ellipse ist unveränderlich im Himmelsraume,
rn jene dreht sich in 6793,39108 Tagen gen West und
in 3232,575343 Tagen gen Ost volle 360 Grade um die
Dieses sind wenigstens die siderischen Revolutionen
notenlinie und der grofsen Axe der Mondbahn, wie sie
nfange des gegenwärtigen 19. Jahrhunderts statt gehabt
. Wir werden weiter unten sehn, dafs sie beide mit
eit veränderlich sind. Daraus läfst sich nun auch leicht
eit zwischen zwei nächsten Zusammenkünften des Monds
ieser Knotenlinie oder mit der grofsen Axe der Mond-
finden. Ist nämlich A die Revolution eines Himmels-
s, z. B. des Monds in Beziehung auf irgend einen fe-
der beweglichen Punct des Himmels, und ist T die Re-
n eines zweiten Puncts, ebenfalls in Beziehung auf je-
sten Punct, so ist die Revolution B des Mondes in Be-
g auf diesen zweiten Punct sofort durch die Gleichung
n

$$B = \frac{1}{\frac{1}{A} - \frac{1}{T}},$$

chem Ausdrucke man T negativ setzen wird, wenn die
ng der Bewegung des zweiten Puncts der des Mon-
gegengesetzt ist. Setzt man nach dem Vorhergehenden
27,321661423 Tage für die siderische Revolution des
und T = 3232,575343 Tage für die siderische Revo-
der grofsen Axe, so erhält man

$$B = 27,55455$$

Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf seine grofse
h. für die *anomalistische Revolution* des Monds.
man aber A = 27,321661423, wie zuvor, und

T = — 6793,39108 für die siderische Revolution der Kn-ten, so hat man

$$B = 27,21221$$

für die Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf seine Kn-ten, d. h. für die *drakontische* Revolution des Monds.

Auch die Zusammenkünfte des Monds mit der Sonne s[ind] für den Astronomen von grofser Wichtigkeit, da von densel[ben] die Finsternisse abhängen. Setzt man aber für T das sid[eri]sche Jahr der Erde oder ist T = 365,25638 und bleib[t] wie zuvor, so giebt die vorhergehende Gleichung für die U[m]laufszeit des Monds in Beziehung auf die Sonne oder für [die] sogenannte *synodische Revolution*

$$B = 29,53058 \text{ Tage.}$$

Um aus diesen Angaben den Ort des Monds, der Knoten un[d] der grofsen Axe seiner Bahn für jede andere Zeit zu finden, vorausgesetzt, dafs diese drei Bewegungen selbst gleichförmig mit der Zeit fortgehn, was aber keineswegs der Fall ist, so hat man für den Augenblick der mittleren Mitternacht in Paris am ersten Januar des Jahres 1801 die mittlere Länge, vom Frühlingspuncte in der Ekliptik an gezählt,

des Monds	111°,61189
des Perigeums	266,11263
des aufst. Knotens . .	13,91505.

B. Entfernung des Mondes von der Erde.

Nach den neuesten Bestimmungen ist die Horizontalparallaxe[1] des Monds in seiner mittleren Entfernung von der Erde und für einen Beobachter im Aequator gleich $\pi = 0^\circ\ 57'\ 34'',2$. Daraus folgt die mittlere Entfernung des Mondmittelpuncts von dem der Erde gleich 59,717 Halbmessern des Erdäquators oder gleich 51315 geogr. Meilen, deren 859,3 auf den Halbmesser des Aequators gehn.

Nimmt man die halbe grofse Axe a der elliptischen Mondbahn als Einheit an, so ist die Excentricität[2] gleich e = 0,054844. Da aber a gleich 59,717 war, so ist diese Excentricität auch gleich ae = 3,27512 Erdhalbmessern und

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 283.

2 S. Art. *Excentricität*. Bd. III. S. 162.

die verschiedenen Entfernungen des Monds von der

.

öſste	$a + ae = 62{,}99212$ Erdhalbmess. oder		54129 geogr. Meilen	
ttlere	$a = 59{,}717$	- - -	51315	—
inste	$a - ae = 56{,}44188$	- - -	48500	—

a diese mittlere Parallaxe des Monds bis auf eine Se- genau bekannt ist, mit welcher Genauigkeit kennen wir die Entfernung des Monds von der Erde? Ist R der esser des Aequators, so ist

$$\text{Sin.}\,\pi = \frac{R}{a}, \text{ also auch } da = -\frac{a\,d\pi}{\pi}.$$

an in dem letzten Ausdrucke $a = 51315$, $\pi = 3454$ Se- und $d\pi = 1$ Secunde, so erhält man

$$da = -14{,}85,$$

ir kennen die Entfernung des Monds von der Erde bis Meilen, d. h. bis auf $\frac{1}{3454}$ dieser Entfernung ge- Die Entfernung Wiens von Lissabon soll 632 Meilen . Der 3421ste Theil dieser Distanz ist nahe $\frac{1}{5}$ Meile. Al- sind weit davon entfernt, diese und wohl auch die der meisten andern Hauptstädte Europa's auf einen so Theil derselben genau zu kennen, so daſs wir also, ns bis zu unserm Monde, die Weite der Wege am besser als die auf der Erde zu beurtheilen im Stande

Alten aber hatten keine Ursache, sich derselben Kennt- rühmen. Pythagoras z. B. nahm die Entfernung ds von der Erde zu 126000 Stadien, nahe 3310 geo- leilen an, welches nur der 15te Theil der wahren ng ist. Wahrscheinlich ist diese Bestimmung auf keine ne Beobachtung gegründet, sondern nur, auf gut meta- , *a priori* gefunden worden. Hipparch, der gröſste des Alterthums, fand aus seinen Beobachtungen diese leich 75 Halbmessern der Erde, also um 15 Erdhalbmes- nahe 13000 Meilen zu groſs. Posidonius soll sie n Untersuchungen 52300 Meilen gefunden haben, der Wahrheit übereinstimmend, wohl nur durch ei- tigen Zufall, da den Alten die Instrumente fehlten, tanz mit Schärfe zu messen. Ptolemäus, der sich

besonders mit diesem Gegenstande beschäftigt hatte, fand di
gröfste und kleinste Distanz des Monds von der Erde 64 un
34 Erdhalbmesser, also die erste genau genug, dafür die an
dere bald um die volle Hälfte zu klein.

Seit den Alphonsinischen Tafeln (die im Anfange des 1
Jahrhunderts herauskamen) hatte man über die Horizontal
parallaxe oder, was dasselbe ist, über die Entfernung des
Mondes richtigere, auf bessere Beobachtungen gegründete Be
griffe. In diesen Tafeln wurde die Horizontalparallaxe
Monds zu 0° 58′ angenommen. TYCHO BRAHE setzte
gleich 1° 1′, HALLEY 57′ 18″, DOM. CASSINI 58′ 22″, NEW
TON 57′ 30″, TOB. MAYER 57′ 44″, LALANDE 57′ 36″
LAPLACE, auf MASON's, BÜRG's und BURCKHARDT's Mond
tafeln gestützt, auf 57′ 34″,2, wie wir auch oben voraus
setzt haben.

C. Gröfse des Mondes.

Der Halbmesser des Monds, aus dem Mittelpuncte
Erde gesehn, erscheint uns unter dem Winkel von 0° 15′ 43
wenn er in seiner mittleren Entfernung a von der Erde
Nennt man daher r den Halbmesser dieses Gestirns, so
man

$$r = a \,\mathrm{Sin.}\, 15' 43'',3 = 0{,}0045723\, a,$$

oder da a 59,717 Erdhalbmesser oder 51315 Meilen
trägt,

$$r = 0{,}27310 \text{ Erdhalbmesser}$$

oder

$$r = 234{,}675 \text{ geogr. Meilen.}$$

Die Halbmesser des Monds und der Erde verhalten sich
nach wie die Zahlen 2731 zu 10000 oder jener ist seh
$\frac{3}{11}$ von diesem. Die Oberfläche des Monds ist dah
0,0745 der Oberfläche der Erde und der körperliche
des Monds ist nur 0,02035 des Volumens der Erde od
der Erde liefsen sich 50 solche Kugeln, wie der Mond
bilden.

Wegen der oben angeführten verschiedenen Entfer
des Monds erscheint uns der Halbmesser desselben auch
sehr verschiedenen Winkeln. In der kleinsten Entfernung
der Erde oder im *Perigeum* ist dieser Winkel 0° 16′

l in der gröfsten Entfernung oder im *Apogeum* beträgt er
0° 14′ 41″,0, so dafs der scheinbare Halbmesser des
nds bald gröfser bald kleiner ist, als jener der Sonne, wel-
r letzte in seiner mittlern Entfernung von der Erde 0° 16′
) ist.

Auch den scheinbaren Halbmesser des Monds kannten die
:n nur unvollkommen. Hipparch und Ptolemäus nah-
ı ihn im Apogeum zu 0° 15′ an und im Perigeum, sagten
sey er etwas gröfser, als der der Sonne. Man mufs es
auern, dafs sie nicht mehr Sorgfalt auf die Beobachtung
verschiedenen Gröfse des scheinbaren Mondhalbmessers ver-
ıdet haben. Da die Variation desselben volle 124 Secun-
beträgt, so hätten sie, wie man glauben sollte, dieselbe
ht bemerken können und diese Bemerkung würde hinrei-
nd gewesen seyn, sie von dem Ungrunde ihrer Hypothese
überzeugen, nach welcher sie den Mond und überhaupt
Planeten in excentrischen Kreisen oder in Epicykeln sich
vegen liefsen. Sobald sie sich aber gezwungen gesehn hät-
, den Kreis zu verwerfen, so würden sie gleichsam von
ıst auf die Ellipse verfallen seyn, eine krumme Linie, wel-
die Alten bereits sehr gut kannten und welche sie auf
sem Wege zu der Entdeckung der Kepler'schen Gesetze
l sonach auf das wahre Weltsystem geführt haben würde.
d nämlich Δ und Δ' die scheinbaren Halbmesser eines Pla-
en in seiner Bahn, zu welchen die Entfernungen a und a′
ören, so ist

$$a\Delta = a'\Delta'.$$

ιeichnet man aber durch dν und dν' die scheinbaren stünd-
ıen Bewegungen des Planeten in jenen zwei Entfernungen,
ist für die Kreishypothese

$$\frac{\Delta}{\Delta'} = \frac{d\nu}{d\nu'},$$

l diese letzte Gleichung stimmt keineswegs mit den Beob-
tungen des Monds überein, für welche man vielmehr hat

$$\frac{\Delta^2}{\Delta'^2} = \frac{d\nu}{d\nu'},$$

l dieser Ausdruck enthält schon das zweite Kepler'sche
setz, nach welchem die Flächen, die der Radius Vector in
schiedenen Zeiten beschreibt, diesen Zeiten proportional
d, die Ellipse aber thut der letzten Gleichung Genüge, wie

man aus dem, was oben[1] gesagt worden ist, leicht finden k...
Auch die Astronomen nach der Restauration der Wissenschaften i...
15ten Jahrhunderte blieben noch lange ungewiſs über die wa...
Gröſse des Mondhalbmessers. ALBATEGNIUS fand ihn für d...
mittlere Entfernung 16′ 12″, COPERNICUS 15′ 48″, Tyc...
BRAHE 13′ 25″, KEPLER 15′ 41″, HORROCKES 15′ ...
u. s. w.

Wir werden bald Gelegenheit haben, von den versch...
denen Störungen zu handeln, die der Mond in seiner Bew...
gung um die Erde von der Sonne erleidet. Auch seine E...
fernung, d. h. seine Parallaxe, wird durch diese Störung...
bedeutend afficirt. Nennt man m die mittlere Anomalie d...
Monds von seinem Perigeum gerechnet und a die mittlere Lä...
ge des Monds weniger der mittleren Länge der Sonne, so h...
man nach DAMOISEAU's neuesten *Tables de la lune* (Pa...
1824) für die Horizontalparallaxe des Monds am Aequator

$$\pi = 3454'',0 + 186'' \text{ Cos. } m + 10'' \text{ Cos. } 2\,m + 28'' \text{ Cos. } 2a + 34'' \text{ Cos. } (2a - m ...$$

Man sieht aber leicht, daſs der scheinbare Halbmesser des
Monds sich zu seiner Horizontalparallaxe stets verhält, wi...
der Halbmesser des Monds zu dem der Erde. Dieses le...
Verhältniſs haben wir oben gleich $\frac{3}{11}$ oder genauer gleich
0,2731 gefunden. Multiplicirt man daher alle Glieder des vo...
hergehenden Ausdrucks durch 0,2731, so findet man für de...
durch die Attraction der Sonne gestörten scheinbaren Halb-
messer des Mondes für jede gegebene Zeit den Ausdruck

$$0^\circ\,15'\,43'',3 + 50'',8 \text{ Cos. } m + 2'',7 \text{ Cos. } 2\,m + 7'',6 \text{ Cos. } 2a + 9'',3 \text{ Cos. } (2a - ...$$

Bemerken wir noch, daſs man nach DUSÉJOUR's Untersuchun...
gen bei Sonnenfinsternissen diesen Halbmesser des Monds u...
zwei Secunden vermindern soll, was er zum Theil einer I...
radiation des Sonnenlichts an dem dunklen Mondrande, zu...
Theil der Inflexion der Sonnenstrahlen an demselben Rande
zuschreibt. Aber die Astronomen sind über die Gröſse, ...
selbst über die Existenz dieser Correction noch nicht ga...
einig.

Wenn wir den Mond hinter Bergen oder Gebäuden ...

1 S. Art. *Anomalie*. Bd. I. S. 297.

untergehn sehn, so erscheint er uns viel gröfser, als wenn
ıoch über unserm Horizonte steht. Dasselbe hat auch für
Sonne statt. Allein dieses ist bekanntlich nur eine opti-
Täuschung. Wenn man den Mond durch ein Fernrohr,
st schon durch ein blofses Rohr ohne Gläser, oder wenn
ihn durch eine kleine, in einem Kartenblatte angebrachte
nung betrachtet, so verschwindet diese Illusion gänzlich.
den Eindruck, welchen das Auge unmittelbar von den
ern Gegenständen erhält, mischt sich bekanntlich auch ein
Gewohnheit und Erfahrung gegründetes Urtheil, nach wel-
n wir z. B. von zwei unter demselben Gesichtswinkel er-
inenden Gegenständen denjenigen für gröfser halten, den
weiter von uns entfernt glauben. Wenn aber der Mond
e am Horizonte ist, so erscheint uns sein Licht durch die
Erde nähere und dichtere Atmosphäre sehr geschwächt
zugleich sehn wir zwischen ihm und uns viele andere
enstände, als Häuser, Bäume, Wälder u. dgl., und aus
en beiden Ursachen halten wir ihn für weiter von uns
ernt, als wenn er hoch in der Mitte des Himmels steht,
er in seinem hellsten Lichte glänzt und nichts zwischen
und unserm Auge steht. Wenn er daher auch in beiden
en unter demselben Gesichtswinkel erschiene, so würden
ihn doch im ersten Falle für gröfser halten, nicht weil wir
in der That gröfser sehn, sondern weil wir durch unser
len gesehenen Gegenstand hineingetragenes Urtheil, gleich-
instinctartig, ohne uns dieser Täuschung bewufst zu seyn,
gröfser machen als er in der That ist. Aus derselben Ur-
ıe erscheint uns auch das über uns ausgespannte schein-
Himmelsgewölbe keineswegs wie eine Halbkugel, sondern
wie ein Kugelabschnitt, dessen Höhe viel geringer ist, als
horizontale Halbmesser seiner Basis. Wir sehn nämlich
Himmel nicht als eine Halbkugel EBF, deren Mittelpunct Fig. 323.
C ist, sondern als den Abschnitt DBD′, wo das Auge in
teht, oder wir sehn den Himmel gleichsam als ein in sei-
obersten Theile B gedrücktes Gewölbe. Denn wenn man
n Stab Am so vor das Auge in A hält, dafs er die uns
tbare Hälfte BMD des Himmels in dem Puncte M zu
iren scheint, so sollte der Winkel mAD des Stabes mit
Horizonte AD gleich 45° seyn, während wir ihn doch nur
so grofs oder nahe gleich 23° finden. Es ist leicht, aus

dieser einfachen Beobachtung das Verhältniſs $x = \frac{AD}{AB}$ der ho-
rizontalen zu der verticalen Entfernung des Himmels von de
Auge des Beobachters zu finden. Setzt man nämlich all-
mein den Winkel $DAM = MAB = \alpha$ und $DCM = MCB =$
so hat man

$$\text{Tang.}\,\alpha = \frac{\text{Cos.}\,\beta - \text{Cos.}\,2\beta}{\text{Sin.}\,\beta} \text{ und } x = \text{Cotg.}\,\beta,$$

und wenn man aus diesen beiden Gleichungen die Größe
eliminirt,

$$x^3 - \frac{(3 + \text{Tang.}^2\alpha)}{2\,\text{Tang.}\,\alpha}\,x^2 + x + \frac{1 - \text{Tang.}^2\alpha}{2\,\text{Tang.}\,\alpha} = 0,$$

eine kubische Gleichung, aus welcher man den ges
Werth von $x = \frac{AD}{AB}$ findet. Für $\alpha = 23°$ erhält ma

$$x^3 - 3{,}7460\,x^2 + x + 0{,}9657 = 0, \text{ woraus folgt}$$
$$x = 3{,}36,$$

so daſs sich also AD zu AB verhält, wie 336 zu 100.

In der That verhält sich auch die Sache gerade u
kehrt und der scheinbare Halbmesser des Monds ist k
wenn er am Horizonte steht, weil er dann auch weit
uns entfernt ist, als wenn er hoch über unserm Horizonte
Fig. 329. Ist nämlich T der Mittelpunct der Erde und A der Be
ter auf der Oberfläche der Erde, dessen Zenith Z und
zont HR ist, und bewegt sich der Mond in dem de
concentrischen Kreise BCDZR, dessen Mittelpunct T i
die Erde, so daſs also seine Entfernungen BT, CT, DT,
von dem Mittelpuncte der Erde immer dieselben bleib
folgt sofort, daſs die Distanzen BA, CA, DA, Z
Monds von dem Beobachter A immer kleiner werden,
her der Mond dem Zenith Z des Beobachters kömmt,
daher auch der scheinbare Halbmesser des Monds am
zonte AB am kleinsten seyn und immer gröſser werde
je näher der Mond dem Zenithe kommt, ganz das Ge
der Erscheinung, welche die oben erwähnte optische
schung in uns erzeugt. Auch findet man, wenn
scheinbaren Durchmesser des Monds durch ein Fern
trachtet und mit einem in dem Fernrohre angebrach
krometer miſst, daſs der Mond im Zenith am grö
scheint. Wenn der Mond im Horizonte B des Beo

so hat er dieselbe Distanz BA von dem Beobachter in A,
r von dem Mittelpuncte T der Erde zu derjenigen Zeit
n würde, wo er im Horizonte H eines Beobachters T im
lpuncte der Erde wäre, weil BA sehr nahe gleich HT
Aus dieser Ursache nennt man auch den horizontalen
messer des Monds den *geocentrischen* d. h. den aus dem
lpuncte der Erde gesehenen Halbmesser.

Diese Vergröſserung des geocentrischen Halbmessers des
les durch seine Höhe über dem Horizonte ist also eine
Folge der Parallaxe des Monds. Nennt man φ' die
achtete und φ die geometrische Polhöhe eines Ortes auf
Oberfläche der Erde[1], ist ferner z die Zenithdistanz und
s Azimuth des Monds, wie beide für den Mittelpunct
Erde statt haben, und bezeichnet man ferner durch π die
atorial - Horizontalparallaxe des Monds, durch Δ den
ntrischen und endlich durch Δ' den wegen seiner Höhe
öſserten scheinbaren Halbmesser des Monds, so erhält
für Δ' folgenden ganz genauen Ausdruck, die Erde als
phäroid vorausgesetzt, das durch die Rotation einer El-
um ihre kleine Axe entstanden ist:

$$' = \frac{\text{Sin.}\,\Delta}{\sqrt{\{1+\text{Sin.}^2\pi - 2\,\text{Sin.}\pi[\text{Cos.z Cos.}(\varphi'-\varphi)+\text{Sin.z Sin.}(\varphi'-\varphi)\,\text{Cos.}\omega]\}}}$$

man für eine kugelförmige Erde die Gröſse $\varphi = \varphi'$ und
chlässigt man die zweiten und höhern Potenzen von
π, so giebt dieser Ausdruck folgenden sehr einfachen:

$$\Delta' = \Delta\ (1 + \text{Sin.}\,\pi\ \text{Cos.z}).$$

man, wie oben, $\pi = 0°\ 57'\ 34''$ und $\Delta = 0°\ 15'\ 43''$, so

[1] Es möge hier beiläufig bemerkt werden, daſs man für das an
Polen abgeplattete Erdsphäroid, dessen Axen 2a und 2b sind,
eocentrische Polhöhe φ (d. h. den Winkel der Entfernung r des
achters von dem Mittelpuncte der Erde) aus der beobachteten
öhe φ' (d. h. aus dem Winkel der Normale des Beobachters mit
irdischen Aequator) durch folgende Ausdrücke findet:

$$.\varphi = \frac{b^2}{a^2}\,\text{Tang.}\,\varphi' \text{ oder } \varphi = \varphi' - \Theta\ \text{Sin.}\,2\varphi' + \tfrac{1}{2}\,\Theta^2\ \text{Sin.}\,4\varphi'$$

$$-\tfrac{1}{3}\,\Theta^3\,\text{Sin.}\,6\varphi' + \ldots, \text{ wenn } \Theta = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2} \text{ ist.}$$

rwähnte Entfernung aber ist

$$= a.\sqrt{\frac{\text{Cos.}\,\varphi'}{\text{Cos.}\,\varphi\ \text{Cos.}(\varphi' - \varphi)}}.$$ Vergl. *Schwere*. Bd. VIII. S. 604.

erhält man $\Delta \,\text{Sin.}\pi = 15'',79$, und dieses ist die gröſste Di
renz, die zwischen den beiden Gröſsen Δ und Δ' statt h
kann. Bei Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen d
den Mond ist es nothwendig, auf diese Differenz Rück
zu nehmen.

D. Masse und Dichtigkeit des Mondes

Wenn die Alten die Entfernung und den Durchm
Mondes nur sehr unvollkommen gekannt haben, so w
sie von der Masse des Mondes gar nichts. Aber auch
Nachfolgern wurde es nicht leicht, den wahren Werth
Masse zu bestimmen. Sie hatten dazu vorzüglich zwei
tel, die *Präcession*[1] und die *Nutation*. Die erste b
in einem Jahre $50'',376$ und ist eine Folge der Anzieh
Sonne und des Mondes auf die abgeplattete Erde, die
aber beträgt in ihrem gröſsten Werthe $16'',783$, und
eine bloſse Wirkung des Monds auf die Erde zu betr
Da sich aber, nach dem ersten Grundsatze der Mechan
Kraft, die ein Körper auf einen andern ausübt, wie di
des ersten Körpers, dividirt durch das Quadrat der Entf
desselben von dem andern Körper, verhält, so sieht m
die beobachteten Gröſsen der Präcession und Nutation d
hältniſs der Masse der Sonne und des Mondes geben
Man fand auf diese Weise

$$\frac{\text{Masse des ☾}}{\text{Masse der }\odot} = 0{,}000000\,042713.$$

Da aber aus andern Folgerungen bereits bekannt w
die Masse der Erde nur den 337000sten Theil der M
Sonne beträgt, und da die letzte Zahl, durch 3370
plicirt, 0,01439 oder nahe $\frac{1}{70}$ giebt, so hat man

$$\frac{\text{Masse ☾}}{\text{Masse ♁}} = \frac{1}{70}$$

oder der Mond hat nur den 70sten Theil der Masse d

Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth des Meer
ihre Ursache bekanntlich ebenfalls in der vereinten W
welche die Sonne und der Mond durch ihre Anzieh
diese groſse Wassermasse ausüben. Eine genaue B

---

1 S. *Vorrücken der Nachtgleichen.*

Phänomene hat diese Wirkungen zu trennen gewuſst. ter den Häfen Frankreichs vorzüglich der zu Brest eine Regelmäſsigkeit der Ebbe und Fluth zeigt, so wurden t diese Phänomene viele Jahre durch beobachtet. Inann Bouvard diese Beobachtungen mit der von La- aufgestellten Theorie der Fluthen verglich, fand er aus trennten Einflüssen, welche die Sonne und der Mond selben ausüben, die Masse des Monds gleich $\frac{1}{75}$ von jer Erde, sehr nahe mit der vorhergehenden Angabe stimmend.

llich befindet sich noch unter den Störungsgleichun- Erde in ihrer Länge eine, welche die Form hat ☾ − ⊙), wo ☾ und ⊙ die Länge des Monds und ne ausdrücken. Diese Störung ist eine Folge der An- des Monds auf die Erde, wie denn auch die Gröſse er Masse des Monds abhängt. Die Beobachtungen ie Gröſse a gleich 7 Secunden gegeben und daraus der, daſs die Masse des Mondes sehr nahe $\frac{1}{71}$ von Erde seyn muſs. Kennt man aber die Massen m weier Körper und ihre Volumina v und V, die bei en Würfeln ihren Halbmesser r und R gleich sind, man auch ihre Dichtigkeiten d und D durch die

$$\frac{d}{D}=\frac{m}{M}:\frac{v}{V} \text{ oder } \frac{d}{D}=\frac{m}{M}\cdot\left(\frac{R}{r}\right)^3.$$

die Zeichen M, D, R für die Erde und m, d, r lond, so haben wir nach dem Vorhergehenden

$$\frac{m}{M}=\frac{1}{70} \text{ und } \frac{r}{R}=0{,}2731,$$

ch

$$\frac{d}{D}=0{,}7013 \text{ oder nahe } \frac{d}{D}=\frac{5}{7}.$$

e der Masse, aus welcher der Mond geformt ist, ıer nur $\frac{5}{7}$ der Dichte der Erdmasse.

ir nun die Halbmesser und die Massen dieser beir kennen, so ist es auch sehr leicht, die Schweren uf der Oberfläche des Mondes und der Erde zu be- Es ist nämlich

$$\frac{g}{G} = \frac{m}{M} : \left(\frac{r}{R}\right)^2$$

und daher, wenn man die vorigen Werthe von $\frac{m}{M}$ und $\frac{r}{R}$ stituirt,

$$\frac{g}{G} = 0{,}191,$$

oder, da G nahe 15 par. Fufs beträgt, $g = 2{,}87$ Fufs. daher die Körper auf der Oberfläche der Erde in der ers cunde durch einen senkrechten Raum von 15 Fufs fall fallen sie auf der Oberfläche des Monds in derselben Z durch 2,87 Fufs, oder ein Körper, der auf der Erde ei wiegt oder vielmehr mit dem Gewichte eines Pfundes u Unterlage drückt, wird auf der Oberfläche des Monds gen der daselbst verminderten Schwere, nur einen Dr $\frac{1}{5}$ Pfund ausüben.

E. Grofse Störungen des Monde

Nach dem von Newton entdeckten Gesetze d meinen Schwere zieht ein Körper jeden andern an den Verhältnifs seiner Masse und im verkehrten V des Quadrats der Entfernung beider Körper von einan ist sehr leicht, die Differentialausdrücke zu geben, d che die Bewegung des Monds um die Erde zugleich Störungen gegeben wird, welche diese Bewegung Wirkung der Sonne erleidet. Sey nämlich der Ort d gegen den der Erde durch drei unter sich senkrecht naten x, y, z bestimmt, deren Anfangspunct im M der Erde liegt, so wie der Ort der Sonne gegen den durch die drei analogen Coordinaten x', y', z'; sey die Masse des Monds, m' die der Sonne und M die der setze man der Kürze wegen die Entfernung des Mond Erde $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = r$, die der Sonne von $\sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} = r'$ und endlich die Entfernung d von der Sonne $\sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2}$ hat man aus den ersten Gründen der Mechanik folg Gleichungen:

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + (M+m)\frac{x}{r^3} + \frac{m'x'}{r'^3} - \frac{m'(x'-x)}{\Delta^3},$$

$$0 = \frac{d^2y}{dt^2} + (M+m)\frac{y}{r^3} + \frac{m'y'}{r'^3} - \frac{m'(y'-y)}{\Delta^3},$$

$$0 = \frac{d^2z}{dt^2} + (M+m)\frac{z}{r^3} + \frac{m'z'}{r'^3} - \frac{m'(z'-z)}{\Delta^3},$$

lchen wieder, wie zuvor, dt das constante Element der
ezeichnet.

Diese drei Ausdrücke sind vollkommen oder streng ge-
aber sie geben, wie man sieht, unmittelbar nur die zwei-
ifferentiale d^2x, d^2y, d^2z der drei Coordinaten x, y, z,
welche der Ort des Monds gegen die Erde für jede ge-
Zeit bestimmt wird. Wir suchen aber die Werthe
Gröſsen x, y, z selbst, wie sie für jede Zeit t statt ha-
nd zu diesem Zwecke müssen die vorhergehenden drei
ngen noch integrirt werden.

lein diese Integration ist mit unübersteiglichen Schwie-
n verbunden und unsere gegenwärtige mathematische
s ist noch lange nicht bis zu demjenigen Grade
kommnet, wo man auch nur mit einiger Hoffnung
cklichen Erfolg an die directe und vollständige Auf-
dieser Aufgabe gehen könnte, einer Aufgabe, die
ler Benennung des *Problems der drei Körper* be-
t. Dieselben Gleichungen enthalten nämlich auch die
ng eines jeden unserer Hauptplaneten, z. B. Jupiters,
Sonne, wie diese durch jeden andern Planeten, z. B.
aturn, gestört wird. In diesem Falle gehören nämlich
sen x, y, z und r, die ihren Anfang im Mittelpuncte
ne haben, für Jupiter und die analogen Gröſsen x', y',
e denselben Anfangspunct haben, für Saturn, wo dann
nd m' die Masse der Sonne und die Masse Jupiters
rns bezeichnen. Seit Newton, der zuerst jene drei
tialgleichungen aufgestellt hat, bis auf unsere Tage,
ie vorzüglichsten Geometer ihre Kräfte daran versucht,
muſsten sich alle damit begnügen, eine bloſs genä-
ıflösung gefunden zu haben, und selbst diese würde
gut als unmöglich gewesen seyn, wenn ihnen nicht
ondere Einrichtung unseres Planetensystems gleichsam
entgegen gekommen wäre. Diese Einrichtung be-

steht darin, dafs erstens die Excentricitäten aller Planeten u
Satellitenbahnen gegen die halben Axen dieser Bahnen s
klein sind, dafs zweitens die Neigungen dieser Bahnen m
einander im Allgemeinen nur wenige Grade betragen, und d
endlich drittens der störende Körper, wie hier die Sonne, g
gen den Hauptkörper, die Erde, um welchen letzten sich d
gestörte, hier der Mond, bewegt, nur solche Wirkungen a
den Mond äufsert, die gegen die Wirkungen des Hauptk
pers der Erde sehr gering zu achten sind. So beträgt für
Mond die Excentricität seiner Bahn, nach dem Vorhergeh
den, nur 0,0548 der Halbaxe dieser Bahn; die Neigung se
Bahn gegen die Bahn der Erde ist nur 5° 9′ und die S
endlich ist zwar in Beziehung auf ihre Masse gegen die
Erde ungeheuer grofs zu nennen, da man nach dem V
gehenden hat

$$\frac{\text{Masse der Sonne}}{\text{Masse der Erde}} = \frac{1}{70(0{,}000000\ 042713)} = 3344[illegible]$$

aber dafür ist wieder die mittlere Entfernung der Sonne
dem Monde (20658000 geogr. Meilen) gegen die der
von dem Monde (51300 Meilen) so viel gröfser, dafs d
die Wirkung der Sonne auf den Mond ungemein gesch
wird. Wir werden unten sehn, dafs die Schwere des
des gegen die Erde durch die störende Einwirkung der S
nur um ihren 360sten Theil verändert wird. Indefs sind
diese Störungen noch immer so grofs (viel gröfser als di
rungen, welche die Hauptplaneten unter sich selbst h
bringen), dafs das Problem der drei Körper, an sich
schon schwierig genug, besonders bei dem Monde mi
züglich vielen Hindernissen verbunden ist.

Um indefs den Lesern zu zeigen, von welchem G
che und von welcher Wichtigkeit zugleich die erwäh
tegrale jener drei Gleichungen für die Theorie des
und durch sie für die Schifffahrt und die mathematische
graphie seyn würden, so wollen wir bemerken, dafs die C
x', y', z', also auch $r' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$, die des C
Sonne gegen den der Erde ausdrücken, für jede gegeben
vermöge der bereits bekannten Theorie der Beweg
Sonne oder eigentlich der Erde, ebenfalls als bekannt
nommen werden können und dafs daher die Integr

i Gleichungen eigentlich nur die vier unbekannten Gröfsen
y, z und t enthalten, so dafs man daher aus diesen drei
egralen drei andere Gleichungen ableiten wird,

$$x = f(t), \quad y = f'(t), \quad z = f''(t),$$

en jede eine der drei Gröfsen x, y und z als Function
Zeit giebt. Da aber diese drei Gröfsen die Lage des
nds gegen die Erde ausdrücken, so wird man also, mit
lfe der drei letzten Gleichungen, den wahren Ort des Mon-
s im Weltraume für jede gegebene Zeit erhalten. Wenn
n dann aus denselben drei Gleichungen die Gröfse t elimi-
t, so erhält man zwei Gleichungen blofs zwischen den
öfsen x, y und z, und diese zwei Gleichungen werden die
eichungen der Curve von doppelter Krümmung seyn, die
n dem Monde während seiner Bewegung um die Erde be-
rieben wird. Allein wir sind, wie gesagt, noch unendlich
it davon entfernt, jene drei Gleichungen aufstellen zu kön-
n, und wenn wir einmal dahin gelangen sollten, so wird
s doch höchst wahrscheinlich die wahre Natur der krum-
n Linie der Mondbahn immer ein undurchdringliches Ge-
imnifs bleiben. Bei diesem Zustande der Dinge begnügte
h Newton, der sich zuerst mit der Auflösung dieses schwe-
n Problems beschäftigte, damit, wenigstens die gröfsten Stö-
ngen des Monds von der Sonne oder die vorzüglichsten Un-
eichheiten zu bestimmen, welchen die Bewegung des Mondes
terworfen ist. Einige derselben, die beträchtlichsten, waren,
enigstens ihrer Existenz nach, schon lange vorher bekannt,
man sie unmittelbar durch Beobachtungen gefunden hatte.
ber ihre Gründe waren noch zu suchen, und dieses war das,
as Newton durch eine sehr geschickte und scharfsinnige Be-
ndlung jener Gleichungen geleistet hat.

Wir wollen die Resultate dieser Untersuchungen hier kurz
zeigen[1]. Zuerst suchte er die Einwirkung der Sonne auf
e Bewegung des Monds um die Erde im Allgemeinen zu
estimmen. Er fand, dafs die Störung der Sonne die Schwere
es Monds gegen die Erde, wie bereits gesagt worden ist, um
ren 360sten Theil vermindert, dafs also auch dadurch die mitt-
re Entfernung des Monds von der Erde um denselben Theil

1 Wegen der Gründe vergl. Littrow's theoretische und prakti-
che Astronomie. Wien 1827. Th. III. S. 376.

vergröfsert oder dafs die Mondbahn selbst dadurch vergröfsert oder *erweitert* wird. Eine nähere Ansicht dieses Gegenstandes zeigte ihm, dafs diese gegen die Erde gerichtete Schwere oder Normalkraft des Mondes wegen der erwähnten Störung durch die Sonne sich am meisten von der reinen elliptischen Normalkraft entfernt, dafs also auch die ursprünglich elliptische Mondbahn die gröfste Aenderung ihrer Gestalt erleidet, wenn die Apsiden (d. h. die grofse Axe der Bahn) mit den Syzygien zusammenfallen, und umgekehrt die kleinste Aenderung, wenn die Apsiden mit den Quadraturen zusammenfallen. Diese Bemerkung gab ihm zugleich die Ursache der *jährlichen Gleichung* des Mondes, von welcher wir bald reden werden.

So wie die Normalkraft des Mondes, die in der Richtung der geraden Linie liegt, welche dieses Gestirn mit dem Mittelpuncte der Erde verbindet, durch die Einwirkung der Sonne gestört wird, so wird auch die Tangentialkraft des Mondes, die in der Richtung der Tangente seiner Bahn liegt, aus derselben Ursache Veränderungen erleiden. Jene, die Normalkraft, wirkt blofs auf die Entfernung des Monds von der Sonne, ohne die Geschwindigkeit seiner Bewegung zu ändern; die Tangentialkraft aber ändert blofs die Geschwindigkeit, ohne auf die Entfernung des Monds einen Einflufs auszuüben. Durch die Störung der Sonne wird die Geschwindigkeit des Monds beschleunigt vom ersten Viertel bis zum Vollmond und vom letzten Viertel bis zum Neumond, während im Gegentheile diese Geschwindigkeit verzögert wird vom Neumond bis zum ersten Viertel und vom Vollmond bis zum letzten Viertel. Daraus folgt, dafs die Geschwindigkeit des Mondes in den Syzygien ein Gröfstes und in den Quadraturen ein Kleinstes ist oder dafs die stündliche Bewegung des Monds durch die Wirkung der Sonne von den Quadraturen zu den Syzygien wächst und von den Syzygien zu den Quadraturen abnimmt. Der Mond fängt daher immer in seinen Syzygien an, sich von der Erde mehr zu entfernen, als er in der reinen ungestörten Ellipse thun würde, während er im Gegentheile, so oft er in die Quadraturen kommt, sich der Erde wieder zu nähern anfängt.

Eine weitere Entwickelung der drei oben mitgetheilten Gleichungen, besonders der letzten, zeigte ihm den Grund

ıs welchem die Knoten der Mondbahn in der Ekliptik in
ner immerwährenden Bewegung von Ost gen West begriffen
nd, und zugleich die tägliche Bewegung derselben von 0° 3′
)″, sehr nahe mit den Beobachtungen übereinstimmend. Eben-
fand sich die tägliche Bewegung des Perigeums der Mond-
ıhn gleich 0° 6′ 40″, während die Neigung dieser Bahn ge-
ın die Ekliptik und die Excentricität derselben bloſsen, in
ırzen Zeiten wiederkehrenden, geringen Variationen unter-
orfen sind und daher als constant angesehn werden können,
as ebenfalls mit den Beobachtungen vollkommen überein-
immt. Endlich fanden sich noch aus jenen drei Gleichungen
wei groſse Störungen, von welchen die eine auf 2370 und die
ıdere sogar auf 4590 Secunden gehn konnte, die wir sogleich
iher betrachten wollen.

Aus dem Vorhergehenden kann man leicht folgende Schlüsse
ıleiten. Wenn die Apsiden der Mondbahn mit den Quadra-
ren zusammenfallen, so wird dadurch die Schwere des
londs gegen die Erde oder die Normalkraft der Erde vermehrt.
t also dann der Mond in seinem Perigeum, so wird er sich
ı der zunächst folgenden Zeit weniger von der Erde entfer-
en, als er in der reinen Ellipse gethan hätte, oder seine gröſste
istanz in dem nächsten Apogeum wird kleiner seyn, als seine
in elliptische Distanz, d. h. mit andern Worten: die Bahn
es Monds wird eine kleinere Excentricität erhalten. Dasselbe
ird auch offenbar der Fall seyn, wenn zu jener Zeit der
uadratur der Mond in seinem Apogeum ist. Wenn aber die
psiden nicht mit den Quadraturen, sondern mit den Syzygien
usammen fallen, so wird dadurch die Schwere der Erde ge-
en den Mond vermindert, und die Folge davon ist, daſs die
xcentricität der Mondbahn in diesem Falle wenigstens schein-
ar vergröſsert wird. Daraus folgt, daſs die Länge des Monds
ine Ungleichheit hat, deren Form

$$A \, \mathrm{Sin.} (2a - m)$$

st, wo a die mittlere Länge des Monds weniger der mittle-
en Länge der Sonne und wo m die mittlere Anomalie des
londs bezeichnet. In den Syzygien ist $a = 0$ oder 180°, also
ene Störung gleich $- A \, \mathrm{Sin.} m$, ganz ähnlich mit dem ersten
lliede der Mittelpunctsgleichung[1], nur mit verkehrtem Zeichen.

---

1 S. Art. *Anomalie*. Bd. I. S. 293.

Die Griechen vor Ptolemäus beobachteten den Mond nur zur Zeit der Finsternisse, also nur in seinen Syzygien, fanden daher das erste Glied dieser Mittelpunctsgleichung, d. h. die Excentricität der Mondbahn zu klein. Ptolemäus fing zuerst an, den Mond auch zur Zeit der Quadraturen zu beobachten, wo $a = 90$ oder 270° ist und wo ihm daher diese Störung unter der Form $+ A \text{ Sin. } m$ erschien, unter welcher sie daher die Mittelpunctsgleichung und also auch die Excentricität der Bahn ebensoviel zu groſs gab. Er schloſs daraus, daſs die Excentricität der Mondbahn veränderlich sey, was, wie wir jetzt sehn, unrichtig ist. Nachdem einmal die Existenz dieser Störung bekannt war, konnte man ihren gröſsten Werth A leicht durch Beobachtungen bestimmen und fand ihn gleich 4590 Secunden, so daſs also diese Störung, welche man die *Evection* nennt, durch $+ 4590 \text{ Sin. } (2a - m)$ ausgedrückt wird, welche Gleichung man zu der elliptischen Länge des Monds mit ihrem Zeichen hinzusetzen muſs, um die wahre Länge desselben zu erhalten.

Seit dieser schon von Ptolemäus entdeckten, obschon unrichtig erklärten Störung des Mondes wurde erst 1500 Jahre später wieder eine oder eigentlich zwei neue groſse Ungleichheiten des Mondes von Tycho de Brahe aufgefunden. Dieser eifrige und genaue Beobachter fand, daſs die Bewegung des Mondes in seiner Bahn eine periodische Ungleichheit zeige, die zur Zeit des Neu- und Vollmonds sowohl als auch zur Zeit der beiden Quadraturen regelmäſsig verschwindet, und die immer ihren gröſsten positiven oder negativen Werth hatte, wenn die oben bezeichnete Gröſse a 45, 135, 225 oder 315 Grade betrug. Er sah daraus, daſs diese Störung die Form $B \text{ Sin. } 2a$ haben müsse, und bestimmte ihren gröſsten Werth B zu 39 Minuten. Diese Ungleichheit wurde die *Variation* genannt. Wir haben oben gesehn, daſs die Geschwindigkeit des Monds in seiner Bahn bei den Syzygien die gröſste und bei den Quadraturen die kleinste, daſs sie also in den sogenannten Octanten ihren mittlern Werth habe. Dieser Zuwachs der Geschwindigkeit muſs also die Form

$$C \text{ Cos. } 2a$$

haben. Setzt man daher den durch diese Geschwindigkeit in einer gegebenen Zeit dt zurückgelegten Raum gleich ds, so ist

$$\frac{ds}{dt} = C \operatorname{Cos}. 2a.$$

)a aber die Gröfse a sich ebenfalls gleichmäfsig mit der Zeit ndert, so kann man $dt = C'.da$ setzen, wo C' so wie C ine constante Gröfse bezeichnet. Wir haben daher

$$ds = C.C'.da \operatorname{Cos}.2a$$

nd davon ist das Integral

$$s = \frac{C.C'}{2}. \operatorname{Sin}.2a \text{ oder } s = B \operatorname{Sin}.2a.$$

Iach den Beobachtungen ist $B = 39$ Minuten, so dafs man laher für die Variation hat

$$+2340'' \operatorname{Sin}.2a.$$

Indlich bemerkte Tycho noch eine andere beträchtliche Unleichheit des Monds, indem er die in verschiedenen Jahreseiten angestellten Beobachtungen unter einander verglich. Er and nämlich die Länge des Monds immer kleiner, als sie der Theorie gemäfs seyn sollte, während der sechs Monate, die ie Sonne gebraucht, um von der Erdnähe in die Erdferne u kommen, während sie die andere Hälfte des Jahres im Gegentheile wieder zu grofs war. Der gröfste Werth dieser Ungleichheit stieg auf 670 Secunden, und zwar zu der Zeit, wo ie Sonne ihre mittleren Entfernungen von der Erde hat, vährend sie in denjenigen zwei Epochen völlig verschwand, vo die Sonne ihren gröfsten oder kleinsten Abstand von der Erde hatte. Tycho schlofs daraus, dafs diese Ungleichheit lie Form $D \operatorname{Sin}.m'$ haben müsse, wo m' die mittlere Anomalie der Sonne bezeichnet, und er nannte sie die *jährliche Gleichung* (*Aequatio annua*), weil ihre Periode genau mit der Länge eines Sonnenjahrs zusammen fällt. Diese Gleichung ist eine einfache Folge der oben erwähnten Verminderung der Normalkraft der Erde, die durch die Einwirkung der Sonne erzeugt wird.

Zu diesen drei Störungen des Monds durch die Sonne wird man nun noch die Gleichung des Mittelpuncts setzen müssen, um diejenige Ungleichheit seiner Bewegung auszudrücken, die daher kommt, dafs der Mond sich nicht in einem Kreise, sondern dafs er sich in einer Ellipse bewegt. Wir haben bereits oben die Excentricität dieser Ellipse

$e = 0{,}054844$ angegeben und daraus folgt sofort die Mittelpunctsgleichung des Monds

$$+ (6^\circ\,16')\,\text{Sin.}\,m + (12'\,50'')\,\text{Sin.}\,2\,m.$$

F. Kleinere Störungen des Mondes.

Mit diesen vier Correctionen der mittlern Länge des Monds begnügte man sich seit dem Anfange der Astronomie bis gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts. Jetzt aber hatten sich Clairaut, d'Alembert, L. Euler und Tob. Mayer mit der Theorie der Mondbahn, d. h. mit der genauern Entwickelung der drei oben gegebenen Differentialgleichungen, beschäftigt und gefunden, daſs es noch eine groſse Anzahl solcher Störungen des Monds gebe, die zwar geringer, als die eben erwähnten, aber doch noch immer zu groſs waren, um sie den neueren genauern Beobachtungen gegenüber vernachlässigen zu können. In der That stimmten diese Beobachtungen mit den Rechnungen oder mit den Mondtafeln, welche sich die Astronomen entworfen hatten, noch so wenig überein, daſs der Unterschied beider oft auf mehrere Minuten ging, und so groſse Fehler konnte man nicht mehr übersehen, wenn man den Mond zu geographischen Längenbestimmungen oder zur Regulirung unserer Schifffahrt anwenden wollte. Die genannten Männer, und unter ihnen vorzüglich Mayer, fanden durch sehr genaue und mühsame Untersuchungen, daſs es unter den Störungen des Mondes durch die Sonne eine große Anzahl von Gleichungen gebe, die alle die Form

$$A\,\text{Sin.}\,B$$

hatten, wo der Winkel B auf das Mannigfaltigste von der mittlern Länge l und der mittlern Anomalie m des Monds, von der mittlern Länge l' und der mittlern Anomalie m' der Sonne und von der Länge k des aufsteigenden Knotens der Mondbahn abhängt. So fanden sie z. B. die Störungen

$$A\,\text{Sin.}\,(l - l');\ B\,\text{Sin.}\,(l - k);\ C\,\text{Sin.}\,2\,(l - l' - m);$$
$$D\,\text{Sin.}\,(m + m')\ \text{u. s. w.}$$

und sie sahn wohl, daſs in vielen dieser Störungen die größten Werthe derselben, d. h. die Werthe von A, B, C, D beträchtlich genug seyn müssen, um in den Beobachtungen jene Fehler von mehrern Minuten zu erklären. Aber so leicht es ihnen auch geworden war, diese Form der neuen Störungen

estimmen, so schwierig war es zugleich, den wahren th dieser Gröſsen A, B, C.. ganz ebenso aus der bloſsen orie zu finden, da diese von einer Menge Gröſsen, von Excentricität und Neigung der Mondbahn, von der Beang ihrer Knoten und Perihelien u. s. w. abhingen, die alle auf das Genaueste kennen muſste, weil schon die agsten Fehler in den letzten Gröſsen auf die Werthe von B, C..... oft sehr nachtheiligen Einfluſs äuſserten. Unter en Verhältnissen blieb demnach nichts übrig, als diese rthe von A, B, C.. unmittelbar durch die Beobachtungen st zu bestimmen und zuzusehn, wie groſs man wohl jede elben annehmen müsse, damit dadurch den Beobachtungen meisten entsprochen werde; ein äuſserst weitläufiges, mühes und unsicheres Geschäft, da dieser zu bestimmenden Grö- A, B, C.. so viele waren und da überdieſs mehrere von n nur einen kleinen Werth hatten, daſs wenig Hoffnung g bleiben konnte, sie, auf diesem Wege, unter so vielen andern Sicherheit aufzufinden. Dessen ungeachtet haben die Astroien die Mühe dieser Arbeit nicht gescheut und unter ihnen en besonders Mason, Bürg und Burckhardt durch ihunermüdlichen Fleiſs sich ausgezeichnet; auch gelang es züglich dem letzten, unsern Mondtafeln dadurch eine Geigkeit zu geben, die mit der, welche sie noch vor funf- Jahren hatten, nicht weiter zu vergleichen war, die aber sen ungeachtet zuweilen noch Fehler von 30 und mehr unden gaben und daher eine neue, vollkommene Revision Gegenstandes wünschenswerth und selbst nothwendig chten.

Diese unternahm Carlini mit Plana gemeinschaftlich l in den letzten Jahren Damoiseau für sich allein. Die eits herausgegebenen Tafeln des Letztern sind bloſs auf die eorie gegründet, indem sie, wie die bisher viel vollkomnern Planetentafeln, nur diejenigen constanten Gröſsen aus Beobachtungen nahmen, die allein daher genommen wer- können, und diese Mondtafeln stimmen so gut mit den ten Beobachtungen des Mondes überein, daſs wohl nur r wenig mehr zu ihrer völligen Vollendung zu wünschen rig seyn möchte.

Um den Lesern die vorzüglichsten dieser Gleichungen

der Tafeln von DAMOISEAU[1] zur Uebersicht mitzutheilen, s
hier alle diejenigen angeführt, deren gröfster Werth nicht
ter einer halben Minute ist.

Behält man die oben angeführte Bedeutung der Grö
l, m, l′, m′ bei und setzt man der Kürze wegen a = l
und b = l − k, so ist

die *wahre Länge* des Monds

$$= l + 22640'' \text{Sin.} m + 769 \text{Sin.} 2m + 37 \text{Sin.} 3 \ldots$$
$$- 122 \text{Sin.} a + 2370 \text{Sin.} 2a - 674 \text{Sin.} \ldots$$
$$- 412 \text{Sin.} 2b + 212 \text{Sin.} 2(a - m)$$
$$+ 39 \text{Sin.} (4a - m)$$
$$+ 192 \text{Sin.} (2a + m) - 109 \text{Sin.} (m + \ldots$$
$$+ 148 \text{Sin.} (m - \ldots$$
$$+ 166 \text{Sin.} (2a - m') + 207 \text{Sin.} (2a - \ldots$$
$$- 45 \text{Sin.} (2b + m)$$
$$- 39 \text{Sin.} (2b - m) + 55 \text{Sin.} 2(a - \ldots$$
$$+ 4590 \text{Sin.} (2a - \ldots$$

Man sieht, dafs von diesen Gliedern die ersten drei die
erwähnte Gleichung der Bahn, das fünfte Glied die Va
das sechste die jährliche Gleichung und das letzte die Ev
ist, dafs es aber, aufser den genannten und selbst auch
in dieser Tafel angeführten, noch eine grofse Menge von
rungen giebt, die man bei dem heutigen verbesserten
stande der beobachtenden Astronomie nicht mehr vern
sigen kann.

Aufser diesen Störungen der Länge erleidet auch die
fernung des Monds von der Erde oder, was dasselbe ist,
Parallaxe bedeutende Störungen, die ebenfalls aus jene
allgemeinen Differentialgleichungen fliefsen und von
die vorzüglichsten folgende sind. Die *Horizontalp*
des Monds für den Aequator ist, nach DAMOISEAU's
wie schon oben erwähnt worden ist, gleich

$$3454'' + 186 \text{Cos.} m + 10 \text{Cos.} 2m + 28 \text{Cos.} 2a + 34 \text{Cos.} \ldots$$

wenn die Störungen unter 10″ als zu gering weg
werden.

Endlich setze man zu jeder der drei Gröfsen m,
b die so eben angeführten Störungen der Länge und

1 Herausgekommen zu Paris 1824.

se so verbesserten Gröfsen μ, α und β. Dieses vorausge-
:t erhält man für die *Breite* des Monds den Ausdruck

$$540'' \, \text{Sin.}\beta + 13 \, \text{Sin.} \, 3\beta + 528 \, \text{Sin.} (2\alpha - \beta) - 14 \, \text{Sin.} (\mu - \beta)$$
$$+ 26 \, \text{Sin.} (2\mu - \beta) - 16 \, \text{Sin.} (2\alpha - \beta - \mu) + 24 \, \text{Sin.} (\beta + m')$$
$$+ 25 \, \text{Sin.} (\beta - m') + 22 \, \text{Sin.} (2\alpha - b - m') - 10 \, \text{Sin.} (2\alpha - \beta - m').$$

ch diese drei Ausdrücke wird nun innerhalb der bezeich-
n Grenzen die wahre Länge bis 30″, die Parallaxe und
Breite aber bis 10″ genau dargestellt.

Wenn man den Ausdruck irgend einer Störung der Län-
die nach dem Vorhergehenden im Allgemeinen die Form
in. α hat, kennt, so ist es leicht, die *Periode* zu bestim-
, in welcher die von dieser Störung kommenden Verän-
ıngen der Länge eingeschlossen sind. Für die jährliche
ichung z. B. ist α gleich der Anomalie der Sonne, die Pe-
e dieser Gleichung ist also gleich der Zeit, in welcher sich
Anomalie der Sonne um 360 Grad ändert, also gleich dem
nalistischen Sonnenjahre. Für die Variation ist $\alpha = 2(l - l')$.
in die Länge l des Monds ändert sich in einem Tage um
176 und die Länge l′ der Sonne um 0,980, also ändert
$2(l - l')$ in einem Tage um 12°,196 und daher um volle
° in 14,76 Tagen, so dafs daher die Periode der Variation
'6 Tage oder die Hälfte des synodischen Monats beträgt.
nso ist für die Evection $\alpha = 2(l - l') - m$, und da die
iche Veränderung von $2(l - l')$ gleich 12,196 und die von
mittlern Anomalie m des Monds gleich 13,065 ist, so ist
tägliche Aenderung von $2(l - l') - m$ gleich 11,327 und
er die Periode der Evection $\frac{360}{11{,}327} = 31{,}78$ Tage.

Auf diese Weise kann man also sehr leicht die Periode
:r jeden dieser Störungen finden, wenn man nur die tägli-
n Aenderungen des Arguments α dieser Störung kennt. Al-
es giebt, wie die Theorie zeigt, mehrere Störungen des
ndes, in welchen die täglichen Aenderungen des Arguments
: klein sind, deren Periode also sehr grofs seyn mufs, und
diese Störungen meistens nur klein sind, so ist es unmög-
, ihr Daseyn blofs durch die Beobachtungen zu entdecken.
nn sie uns nun auch durch die Theorie nicht angezeigt
den, so wäre man gezwungen, die mittlere Bewegung des
nds, die doch sonst bei allen Himmelskörpern constant ist,

als veränderlich anzusehn. Dieses war in der That der F
mit mehrern solchen Störungsgleichungen der Länge, de
Periode 200 und selbst noch mehr Jahre beträgt und die
her, so lange ihre Existenz ungewiſs blieb, jeder we
Vervollkommnung der Mondstafeln sich hinderend entge
setzen muſsten.

G. Acceleration der mittleren Bewegun des Mondes.

Obschon die ersten Geometer des verflossenen Jahrh
derts, und unter ihnen besonders Laplace, alle diese kle
Störungen des Monds durch die Gewalt ihrer Analyse au
funden zu haben glaubten, so fand sich doch noch immer e
sehr sonderbare und nicht zu erklärende Erscheinung in
Bewegung dieses Himmelskörpers. Ptolemäus hat uns in s
nem Almagest mehrere Beobachtungen von Finsternissen erh
ten, welche die Chaldäer um das Jahr 720 vor Christo ang
stellt haben. Andere Finsternisse hat er selbst, um das J
130 nach Chr. Geb. beobachtet. In einem von der Biblioth
zu Leiden verwahrten arabischen Manuscripte des Astronom
Ebn-Junis, das uns Coussin übersetzte, finden sich andr
Finsternisse, welche dieser Araber zu Kairo am Ende de
zehnten Jahrhunderts beobachtet hatte. Endlich finden sic
noch ähnliche Beobachtungen in Menge von Tycho im 16
von Hevel, Halley u. A. im 17. und von Bradley und
den neueren Astronomen im 18. Jahrhundert. Aus je zwei
solchen, in der Zeit sehr von einander entfernten Beobachtun
gen läſst sich die Umlaufszeit des Monds sehr einfach und
mit groſser Sicherheit ableiten. Allein wenn man die ältern
Beobachtungen unter einander verglich, so fand man immer
eine gröſsere Umlaufszeit, als aus der Vergleichung mit den
neueren Beobachtungen hervorging. Halley war der erste,
der diese Sonderbarkeit bemerkte, und sie fand sich später, so
sehr man sich auch gegen eine solche Erscheinung sträubte,
vollkommen bestätigt. Demnach muſste man annehmen, daſs
die Umlaufszeit des Monds mit den kommenden Jahrhunderten
immer kleiner werde, oder mit andern Worten, daſs die mitt
lere Bewegung des Monds sich mit der Zeit *beschleunige*. Die
Beobachtungen geben das Resultat, daſs diese Beschleunig

ittlern Geschwindigkeit in jedem Jahrhunderte fast 20 Se-
n, also in t Jahrhunderten 20 t Secunden betrage. Be-
net man also durch ds den Bogen, welchen der Mond
r Zeit dt mit jener Geschwindigkeit 20″ t zurücklegt, so
ıan, da das Product der Geschwindigkeit in die Zeit
dem zurückgelegten Raume ist,

$$ds = 20'' t . dt,$$

uch, wenn man integrirt,

$$s = 10'' t^2,$$

die Anzahl der Jahrhunderte nach 1800 bezeichnet.
)iese Gleichung ist so zu verstehn. Wenn man für den
g des 19. Jahrhunderts oder für die Epoche des Jahrs
die mittlere Länge des Monds, nach dem Vorhergehenden,
1°,61189 und die mittlere tropische Revolution desselben
,321582 Tagen bestimmt hat, so wird man daraus auf
kannte Weise die mittlere Länge dieses Gestirns für jede
gegebene Zeit durch eine sehr einfache Rechnung ab-
Allein diese Rechnung wird desto fehlerhafter seyn,
iter die gegebene Zeit von jener Epoche entfernt ist.
man l die durch diese Rechnung erhaltene Länge des
s, so wird die corrigirte Länge des Mondes seyn

$$l' = l + 10''. t^2,$$

die Anzahl der seit jener Epoche verflossenen Jahrhun-
ist. Für das Jahr 1850 z. B. ist $t = +\frac{1}{2}$, also auch die
Länge des mittlern Monds $l' = l + \frac{10''}{4} = l + 2'',5$. Für
ıhr 2000 nach Chr. Geb. ist $t = 2$, also auch $l' = l + 40''$.
ıs Jahr 1500 aber ist $t = -3$ und daher $10 t^2 = 90'' = 1' 30''$
ıch diese Correction mufs zu der durch jene Rechnung
lenen Länge l addirt werden, um die corrigirte mittlere
des Monds für das Jahr 1500 zu erhalten.

)iese mit der Zeit immer fortgehende Beschleunigung der
ren Bewegung des Mondes setzte die Astronomen in gro-
erlegenheit, da sie bisher der Ansicht waren, dafs die
rn Bewegungen aller Körper unseres Sonnensystems voll-
ıen unveränderlich sind, eine Ansicht, welche auch bei
Planeten durch die Beobachtungen sowohl, als auch
die Theorie bestätigt wurde und die daher blofs bei
Monde eine Ausnahme zu machen schien. Sie bemüh-
ch lange vergebens, die Ursache dieser auffallenden Er-

scheinung aufzufinden. Sie suchten dieselbe in der Anzi-
hung der Planeten auf den Mond, in der nicht vollkom-
kugelförmigen Gestalt des Monds und der Erde, in der E-
wirkung der Kometen, in dem Widerstande des Aethers,
welchem sich die Himmelskörper bewegen sollten, in der
mäligen Fortpflanzung der Schwerkraft von einem dieser K-
per zu dem andern u. s. w., aber alle diese Versuche führ-
zu keinem gewünschten Erfolge.

Wir haben bereits oben gesagt, dafs durch die Wir-
der Sonne die Schwere des Monds gegen die Erde um
360sten Theil vermindert werde. Um die Ursache davon
Fig. zusehn, sey S die Sonne, T die Erde und L der Mond
330. seiner Bahn L M. Man setze die Entfernungen $ST = R$, TL
und $SL = \varrho$ und bezeichne die Masse der Sonne durch
die der Erde durch T. Nach dem Gesetze der allgem-
Schwere ist die Kraft, welche die Sonne auf den Mond
übt, gleich $\frac{S}{\varrho^2}$ nach der Richtung SL, und die Kraft,
welcher die Erde nach der Richtung TL auf den Mond
ist gleich $\frac{T}{r^2}$. Diese beiden Kräfte sind es, welche die
des Mondes und seine Geschwindigkeit in derselben b-
men. Die erste oder die Kraft der Sonne läfst sich nach
bekannten Verfahren in zwei andere zerlegen, von w-
die eine $\frac{Sr}{\varrho^3}$ nach LT und die andere $\frac{SR}{\varrho^3}$ nach TS od-
der mit TS parallelen Lt gerichtet ist. Diese letzte fä-
mit der Kraft $\frac{S}{R^2}$, welche die Sonne auf die Erde aus-
sammen, und sie würde daher, wenn sie dieser Kraft
kommen gleich wäre, den Mond ganz ebenso anziehen
Erde, also auch die Bahn des Mondes nicht weiter
sondern blofs beide Körper gemeinschaftlich und auf
Weise um die Sonne führen. Die Bahn des Mondes
Bewegung des Mondes in dieser Bahn kann also nur d-
gestört werden, dafs diese beiden letzten Kräfte $\frac{SR}{\varrho^3}$
unter sich verschieden sind, also nur durch die Differ-

fte, d. h. durch die Kraft $\frac{SR}{\varrho^3} - \frac{S}{R^2}$, die wir P nennen
len.

Da die Richtung dieser Kraft TS ist, so wollen wir sie
ch die kleine Linie Ts vorstellen und durch ihren End-
ct s die Linie ss' senkrecht auf TL ziehn. Dann läfst
aber diese Kraft P wieder in zwei andere

$$Ts' = P \text{ Cos. } ATL \text{ nach } TL \text{ und}$$
$$ss' = P . \text{Sin. } ATL \text{ senkrecht auf } TL$$

egen. Sammelt man das Vorhergehende und bemerkt man,
der Winkel STL gleich der Länge des Monds weniger
der Sonne ist, welchen Winkel wir oben durch a bezeich-
haben, so erhält man folgende auf den Mond wirkende
fte: erstens diejenigen, welche in der Richtung von TL
ken, deren Summe man die *Centralkraft* N, und zwei-
diejenigen, welche in der auf TL senkrechten Richtung,
in der Richtung der Tangente der Mondbahn wirken und
man daher die *Tangentialkraft* M nennen kann. Es ist
lich

$$\text{die Centralkraft } N = \frac{T}{r^2} + \frac{Sr}{\varrho^3} - P \text{ Cos. } a$$

die Tangentialkraft

$$M = - P \text{ Sin. } a \,.$$

achten wir zu unserem gegenwärtigen Zwecke die Central-
t N etwas näher. Der erste Theil $\frac{T}{r^2}$ derselben kommt blofs
der Erde und durch sie ist es eigentlich, dafs der Mond
e elliptische Bahn um die Erde beschreibt. Da wir aber
nur die von der Sonne kommenden *Störungen* der ellip-
ien Bewegung des Mondes untersuchen wollen, so bleiben
uns nur die beiden andern Theile jener Centralkraft übrig
r wir haben blofs die Kraft

$$N = \frac{Sr}{\varrho^3} - P \text{ Cos. } a$$

betrachten. Für die Zeit der Neu- und Vollmonde ist
0 oder 180° und $\varrho = R - r$ oder $\varrho = R + r$, also hat man
beide Fälle zugleich

$$N = \frac{Sr}{\varrho^3} \mp \left[\frac{SR}{\varrho^3} - \frac{S}{R^2}\right]$$

r

$$N = \frac{Sr}{(R \mp r)^3} \mp \left[\frac{SR}{(R \mp r)^3} - \frac{S}{R^2}\right],$$

wo das obere Zeichen für Neumonde, das untere abe
Vollmonde gehört. Entwickelt man die Nenner dieses A
drucks und bemerkt man, daſs r gegen R sehr klein is
hat man, wenn man die zweiten und höhern Potenze
$\frac{r}{R}$ vernachlässigt,

$$N = \frac{Sr}{R^3}\left(1 \pm \frac{3r}{R}\right) \mp \frac{SR}{R^3}\left(1 \pm \frac{3r}{R}\right) \pm \frac{S}{R^2},$$

das heiſst, man hat für beide Fälle

$$N = -\frac{2Sr}{R^3},$$

für die beiden Quadranten aber, wo $a = 90°$ oder $270°$ u
$\varrho = R$ ist, hat man ebenso

$$N = +\frac{Sr}{R^3}.$$

Daraus folgt demnach, daſs die Centralkraft der Erde du
die Wirkung der Sonne in den Quadraturen um die Grö
$\frac{Sr}{R^3}$ vermehrt, in den Neu- und Vollmonden aber um d
Doppelte dieser Gröſse vermindert wird. Die Centralkraft de
Erde ist aber $\frac{T}{r^2}$ oder gleich T, wenn man die Entfernung
des Monds von der Erde als die Einheit der Entfernunge
betrachtet. Nimmt man ebenso die Masse der Erde als Ei
heit der Massen an, so ist $T = 1$ und $S = 330000$ und en
lich $R = 392\,r = 392$, also auch

$$N = \frac{Sr}{R^3} = 0{,}00547 = \frac{1}{180}$$

oder die elliptische Bewegung des Monds wird durch die St
rung der Sonne in den Quadraturen um ihren 180sten Th
vermehrt und zur Zeit der Neu- und Vollmonde um das Do
pelte oder um ihren 90sten Theil vermindert. Demnach w
die Centralkraft der Erde, also auch die elliptische Bewegu
oder die Winkelgeschwindigkeit des Monds im Ganzen me
vermindert als vermehrt oder diese Winkelgeschwindigkeit wi
im Allgemeinen um die Gröſse $\frac{Sr}{2R^3}$, das heiſst, um ih
360sten Theil vermindert, wie wir oben gesagt haben.

Alles kommt nun darauf an, zu untersuchen, ob diese
e $\frac{Sr}{2R^3}$ für alle Folgezeiten eine constante oder eine ver-
iche Gröſse ist. Ist sie constant oder wird die Win-
chwindigkeit des Mondes durch die Störung der Sonne
n Jahrhunderten nur um dieselbe Gröſse vermindert, so
ich diese Verminderung mit der elliptischen Umlaufszeit
londs um die Erde vermischen und diese Umlaufszeit
ladurch zwar etwas gröſser werden, aber dessen unge-
mit der Folge der Jahrhunderte immer dieselbe gröſsere
fszeit bleiben, und die Erklärung jener erwähnten räth-
en Erscheinung kann daher in der Wirkung der Sonne
Erde nicht gefunden werden. Ganz anders aber wird
ese Sache verhalten, wenn diese Gröſse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit der
lbst sich allmälig ändern sollte.
nnt man m die mittlere Anomalie der Erde und ε das
niſs der Excentricität der Erdbahn zu der halben gro-
e a derselben, so hat man bekanntlich

$$\frac{R}{a} = 1 - \varepsilon \, \text{Cos.}\, m + \varepsilon^2 \, \text{Sin.}^2 m - \ldots.$$

ier auch

$$\frac{1}{R^3} = 1 + \frac{3\varepsilon^2}{2} + 3\varepsilon \, \text{Cos.}\, m + \tfrac{9}{2}\varepsilon^2 \, \text{Cos.}\, 2m + \ldots$$

nun die Gröſse $\frac{1}{R^3}$ von dem Winkel m abhängt und
on 0 bis zu 360 Graden sich ändert, so ist $\frac{1}{R^3}$ und sonach
sere Gröſse $\frac{Sr}{2R^3}$ allerdings eine veränderliche Gröſse.
a der Winkel m alle seine Werthe von 0 bis 360° in
nomalistischen Erdenjahre durchläuft, so stellen sich
nderungen der Gröſse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit jedem Jahre periodisch
ier, und aus ihnen läſst sich daher die oben erwähnte
ung nicht erklären, da wir eigentlich nur solche Ver-
en der Gröſse $\frac{Sr}{2R^3}$ auffinden sollten, die entweder
Zeit ununterbrochen fortgehn, oder die doch, wenn
ieder periodisch seyn sollten, erst nach vielen Jahr-

hunderten wieder zu ihren frühern Werthen zurückkeh-, weil sich nämlich sonst die erwähnte Acceleration der mitt-ren Bewegung des Mondes, die schon seit dem Jahre vor Chr. Geb., also über 2500 Jahre, der Beobachtung ge-mäfs, statt hat, wieder nicht erklären lassen würde.

Es ist daher nur noch zu untersuchen, ob der nicht pe-riodische Ausdruck $1 + \frac{3\varepsilon^2}{2}$ der vorhergehenden Reihe eine constante oder aber eine veränderliche Gröfse ist. Es ist bekannt und die Theorie der Bewegung der himmlischen Kör-per hat es aufser Zweifel gesetzt, dafs die Excentricität der Erdbahn, so wie überhaupt die aller Planetenbahnen, eine veränderliche Gröfse ist. Nach dieser Theorie ist die Excen-tricität der Erdbahn

$$\varepsilon = 0{,}016794 - 0{,}00004163\,t,$$

wo t die Anzahl der Jahrhunderte nach dem Jahre 1801 ist. Vor dieser Epoche ist t negativ. Diese Excentricität nimmt also mit der Folge der Zeiten ab, also wird auch die Gröfse $\frac{3\varepsilon^2}{2}$, so wie die Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit der Zeit kleiner oder die mittlere Geschwindigkeit des Monds, von welcher $\frac{Sr}{2R^3}$ die Verminderung ausdrückt, wird mit der Zeit weniger vermin-dert, d. h. vermehrt werden, und dieses stimmt allerdings mit der oben erwähnten Erscheinung überein, nach welcher die Umlaufszeit des Monds mit der Zeit immer kürzer werden soll. Es ist nur noch übrig, zu sehn, ob diese aus der gegebenen Ver-änderung von ε folgende Verminderung der Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit der beobachteten Beschleunigung übereinstimmt.

Um dieses zu untersuchen, hat man für das Qua-drat jener Abnahme der Excentricität in t Jahrhunderten $x = 0{,}0000013984\,t$, und wenn diese Abnahme in der That die Ursache der Beschleunigung der mittlern Bewe-gung des Monds seyn soll, so wird die Beschleunigung der mittlern Geschwindigkeit c des Monds in t Jahrhunderten $c = \frac{1}{2} x \cdot \frac{M}{180}$, wo M die mittlere siderische Bewegung des Monds in 100 Julianischen Jahren oder in 36525 Tagen be-zeichnet. Nach den Mondtafeln ist aber M = 1732559…

unden und daher $c = 20{,}3\,t$. Bezeichnet man also durch den Bogen, welchen der Mond in der Zeit dt mit jener schwindigkeit c zurücklegt, so hat man

$$ds = c\,dt = 20{,}3\,t\,dt,$$

o auch

$$s = \frac{20{,}3}{2}\,t^2 \text{ oder } s = 10'',15\,t^2,$$

r nahe mit der oben durch Beobachtungen gefundenen Acceration der Bewegung des Monds übereinstimmend, so dafs ner kein weiterer Zweifel seyn kann, dafs die wahre Ursae dieser Acceleration in der Abnahme der Excentricität der dbahn liege.

Wenn man die Rechnung genauer führt, so findet man diese Säcularbewegung des Monds

$$10'',3\,t^2 + 0'',0142\,t^3.$$

eselbe Theorie zeigte zugleich, dafs auch die Bewegung der noten und der Apsiden einer solchen Säculargleichung unworfen sind. Wir haben bereits oben die siderischen Umufszeiten dieser beiden Linien so angegeben, wie sie für den nfang dieses Jahrhunderts statt haben. Beide hatte schon EWTON und nach ihm noch mit mehr Sorgfalt CLAIRAUT sucht, aber es war sonderbar, dafs diese zwei grofsen Geoeter zwar die Bewegung der Knoten genau so grofs, aber e der Apsiden beinahe um die Hälfte kleiner gefunden hatn, als sie aus den Beobachtungen angegeben wurde. CLAIAUT glaubte seiner Sache so gewifs zu seyn, dafs er, um iese Bewegung der Apsiden genau darzustellen, sogar das on NEWTON aufgestellte Gesetz der allgemeinen Schwere änern und dem Ausdruck $\frac{m}{r^2}$ noch einen zweiten hinzufügen vollte, welcher erst in kleinern Entfernungen der anziehenen Körper für uns merkbare Wirkungen hervorbringt. Es ntspann sich darüber ein Streit zwischen ihm und BÜFFON, er die Einfachheit der Naturgesetze aus metaphysischen Grünlen aufrecht erhalten wollte. Allein CLAIRAUT fand bei einer spätern Revision seiner Berechnung, dafs er auf einige Glieler nicht gehörig Rücksicht genommen hatte, und indem er die Rechnung mit gröfserer Umsicht wiederholte, fand er auch die Theorie mit den Beobachtungen vollkommen übereinstimmend.

Erst LAPLACE aber, der die wahre Ursache der oben er-wähnten Säculargleichung der mittlern Bewegung des Mondes entdeckt hatte, bemerkte zugleich, dafs auch jene Bewegung der Knoten und der Apsiden ähnlichen Säculargleichungen unterworfen ist. Er fand diese Gleichung für

die Knoten $= 7'',6\,t^2 + 0'',0065\,t^3$ und für

die Apsiden $= -30'',9\,t^2 - 0'',0426\,t^3$,

wo wieder t die Anzahl der Jahrhunderte nach 1801 ist. Die erste Gröfse mufs, wie ihr Zeichen sagt, zu der mittlern Länge des Knotens addirt, die zweite aber von der mittlern Länge der Apsiden subtrahirt werden. Da nun die Knoten rückwärts und die Apsiden vorwärts gehn, so sieht man, dafs durch diese zwei Säculargleichungen die Bewegung der Knoten und die der Apsiden verzögert wird, während die Bewegung des Mondes selbst in seiner Bahn, wie wir gesehn haben, beschleunigt wird. Wenn diese drei Säculargleichungen in der That die eben angezeigte Form hätten, so würde z. B. aus der ersten derselben folgen, dafs der Mond mit der Zeit immer schneller um die Erde gehn, sich also auch ihr immer mehr nähern und dafs er endlich auf sie stürzen würde. Allein die angeführten Formen dieser Gleichungen $a\,t^2 + b\,t^3$ sind nur Abkürzungen von andern, welche sämmtlich aus Gliedern von der Gestalt bestehn

$$A\,\mathrm{Sin.}(B + C\,t) \text{ und } A'\,\mathrm{Cos.}(B' + C'\,t)$$

und in welchen die Gröfsen C und C′ sehr klein sind, so dafs sie sich, so lange auch t nicht grofs ist, auf die bekannte Weise in jene ersten Gleichungen umwandeln lassen, welche letzten daher nur für eine gewisse Anzahl von Jahrhunderten für richtig gelten können. In der That wird auch die Excentricität der Erdbahn nicht immer abnehmen, wie sie es allerdings schon seit vielen Jahrtausenden gethan hat, sondern sie wird später wieder zu wachsen anfangen, und dann werden auch jene drei Beschleunigungen in eine Verzögerung und umgekehrt übergehn.

Noch ist die Zeit nicht gekommen, wo wir die viele Jahrtausende umfassende Periode dieser Veränderungen und ihre gröfsten und kleinsten Werthe mit Verläfslichkeit zu bestimmen im Stande sind. Dazu ist vorzüglich eine sehr genaue Kenntnifs der Massen aller Planeten erforderlich, und die neuere beobachtende Astronomie ist noch zu jung, um uns

ie Massen mit Genauigkeit zu geben, die ältere aber ist
zu unvollkommen, um bei so feinen Untersuchungen ge-
ıcht werden zu können. Wenn man einmal nach vielen
tausenden die wahren Werthe dieser Säcularbewegungen
den Beobachtungen genauer kennen gelernt haben wird,
verden diese Kenntnisse selbst das beste Mittel seyn, um
us jene Massen der Planeten mit der gröſsten Schärfe zu
immen. Denn es wird einmal, wenn gleich sehr spät,
Zeit kommen, wo, bloſs in Folge dieser Säcularbewe-
ŗen, die mittlere Länge des Monds um volle 9 Grade und
Länge der Apsiden sogar um 28 Grade von demjenigen
te verrückt erscheinen werden, wo sie ohne diese Sä-
störungen am Himmel sich befinden müſsten.
Die oben erwähnte Abnahme der Excentricität der Erd-
ist ungemein klein, da sie in einem Jahrhunderte nur
004163 beträgt. Durch sie ist die Gleichung des Mittel-
s der Sonne seit den ältesten Beobachtungen, die sich
ıf unsere Zeiten erhalten haben, d. h. seit den Jahren
or Chr. Geb., noch nicht um volle 8 Minuten verändert
n, aber dafür hat dieselbe Ursache in der Länge des
eine Veränderung von nahe zwei Graden und in der
n *Anomalie* des Monds sogar eine Aenderung von vol-
ben Graden hervorgebracht. Auf diese Weise werden
ie Variationen der Erdbahn durch die Einwirkung der
von der Mondbahn, wie von einem vergröſsernden
piegel, wieder zu uns reflectirt. Aehnliche Wirkungen
t man selbst bei den periodischen Störungen der Erde,
h sie, wenn gleich nicht mehr vergröſsert, von diesem
der Mondbahn wieder zurückgeworfen werden. So
nt die Gleichung des Mittelpuncts der Erde, die nahe
rade beträgt, unter den Störungen des Monds, wo sie
ır zwölf Minuten beträgt, also fast auf ihren zehnten
reducirt ist. So bringt die Anziehung des Monds selbst
Länge der Erde eine Störung von nahe 7 Secunden
, und auch diese Störung spiegelt sich wieder in der
des Monds ab, die dadurch eine Störung von nahe 3
en erhält. Betrachtet man endlich die sämmtlichen Stö-
welche die Erde von allen übrigen Planeten erleidet,
ihrem Maximum auf 36 Secunden gehn können, so er-
liese Störung der Erde in der Bewegung des Monds

eine zweite Störung, die gröfser ist, als selbst diejenige, welche der Mond unmittelbar von allen jenen Planeten erleidet. Diese säculare Acceleration der mittlern Länge des Monds zeigt uns zugleich, dafs die Länge des Tags oder die Dauer der Umwälzung der Erde um ihre Axe seit den ältesten Beobachtungen, die auf uns gekommen sind, immer genau dieselbe geblieben ist[1].

Wenn man die Störungen der *Breite* des Monds genau untersucht, so findet man unter ihnen auch eine von der Form

$$\frac{(\alpha - \frac{1}{2}\beta)}{2(g-1)} \cdot \left(\frac{R}{a}\right)^2 \text{Sin.} 2e . \text{Sin.} l,$$

wo l die wahre Länge des Monds, R den Halbmesser der Erde, a die mittlere Entfernung des Monds von der Erde, e die Schiefe der Ekliptik und β das Verhältnifs der Centrifugalkraft der Erde zu ihrer Schwere am Aequator, α die Abplattung der Erde und endlich $(g-1).l$ die jährliche Bewegung der Knoten der Mondbahn bezeichnet. Man hat $\frac{R}{a} = 0{,}01663$, $\beta = \frac{1}{289}$, $e = 23° 28'$ und $g = 1{,}004$, und demnach erhält man für jene Gleichung

$$\frac{0{,}02513\alpha - 0{,}0000435}{\text{Sin.} 1''} . \text{Sin.} l.$$

Nach den Beobachtungen findet man aber dieselbe Gleichung

$$6'',5 \text{ Sin.} l,$$

woraus sofort, wenn man beide Ausdrücke gleich setzt, für die Abplattung der Erde folgt

$$\alpha = \frac{1}{335},$$

sehr nahe mit derjenigen übereinstimmend, die wir durch Pendelbeobachtungen und unmittelbare Meridianvermessungen der Erde erhalten haben. Wenn die Abplattung der Erde, wie mehrere Astronomen gefunden haben wollten, gleich $\frac{1}{230}$ wäre, so würde jene Störung der Mondbreite gleich

$$14'' \text{ Sin.} l$$

seyn, was sich mit den Beobachtungen nicht in Uebereinstimmung bringen läfst.

Eine andere kleine Störung der Länge des Mondes fand Laplace gleich

$$\frac{19}{4} . \frac{(\alpha - \frac{1}{2}\beta)}{g-1} . \left(\frac{R}{a}\right)^2 . \gamma \text{ Sin.} 2e . \text{Sin.} \Omega,$$

---

1 S. Art. *Tag*.

o Ω die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn
ıd γ die Tangente der Neigung der Mondbahn gegen die
:liptik bezeichnet. Es ist aber $\gamma = 18580'' \text{Sin.} 1''$, und wenn
ın β, g, $\frac{R}{a}$ und e wie zuvor nimmt, so hat man für diese
örung

$$4436\ (\alpha - 0{,}00173)\ \text{Sin}\ \Omega.$$

ie Beobachtungen aber geben diese Störung gleich $5'',6\ \text{Sin.}\ \Omega$,
ıo hat man, wenn man wieder beide Ausdrücke einander
eich setzt,

$$\alpha = \frac{1}{335}, \text{ wie zuvor.}$$

Vollte man $\alpha = \frac{1}{230}$ nehmen, so würde jene Störung gleich
l'',6 Sin. Ω, also fast doppelt so grofs seyn, als zuvor, was
it den Beobachtungen im Widerspruche steht. Diese Ab-
attung $\frac{1}{230}$ hatte bekanntlich Newton durch seine Theorie
funden, wobei er aber von der Voraussetzung ausging, dafs
e Dichtigkeit der Erde in allen ihren Puncten dieselbe sey,
as sehr unwahrscheinlich ist, da ohne Zweifel diese Dichte
it der Annäherung zum Mittelpuncte der Erde zunimmt.
us dieser Ursache stimmt auch die von Newton gefundene
nd durch seine Autorität lange nach ihm beibehaltene Ab-
lattung von $\frac{1}{230}$ nicht mit den übrigen Bestimmungen dieser
röfse, die sich im Allgemeinen für eine Abplattung von $\frac{1}{301}$
der in runder Zahl für $\frac{1}{300}$ vereinigen.

Es ist sehr merkwürdig und interessant, dafs der Mond,
er schon seinen frühesten Beobachtern bei Gelegenheit der
Iondfinsternisse gelehrt hat, dafs unsere Erde im Allgemei-
en die Gestalt einer Kugel hat, nun auch der neueren be-
bachtenden Astronomie die Abweichung der Erde von dieser
ugelgestalt oder dafs er uns, blofs durch die Beobachtun-
en seiner Länge und Breite, auch die Abplattung der Erde
ennen gelehrt hat.

Endlich giebt es noch eine, auch bereits oben mit ange-
ührte Störungsgleichung der Länge des Monds, welche die
'orm hat

$$\tfrac{8}{21} \cdot \frac{\pi}{\omega\ \text{Sin.} 1''}\ \text{Sin.} (l' - l),$$

vo l' und l die wahre Länge der Sonne und des Monds und

π, ω die Horizontalparallaxe der Sonne und des Monds be-
zeichnen. Die Beobachtungen geben diese Gleichung gleich

$$122'' \text{ Sin. } (l'-l)$$

und da, nach dem Vorhergehenden, $\omega = 0^{\circ}\, 57'\, 34'' = 3454''$ ist,
so hat man

$$\tfrac{8}{25} \cdot \frac{\pi}{3454 \text{ Sin. } 1''} = 122'' \text{ oder } \pi = 8'',5,$$

so dafs daher durch blofse Beobachtungen des Mondes auch
die Horizontalparallaxe der Sonne, d. h. die Entfernung der
Sonne von der Erde bestimmt werden kann.

H. Bestimmung der Gröfse der Erde durch blofse Beobachtungen des Monds.

Es ist bekannt, dafs Newton das von ihm entdeckte
Gesetz der allgemeinen Gravitation zuerst dadurch als das
wahre Gesetz der Natur erkannte, weil die Bewegung des
Mondes ganz nach demselben Gesetze vor sich ging, nach
welchem wir die Körper auf der Oberfläche der Erde in ihrem
freien Falle sich bewegen sehn, indem, wie seine darüber an-
gestellten Rechnungen zeigten, die Körper auf der Erdober-
fläche, so wie auch der Mond, von der Erde so angezogen
werden, dafs die Kraft oder die Stärke dieser Anziehung sich
verkehrt wie das Quadrat der Entfernung des angezogenen
Körpers vom Mittelpuncte der Erde verhält. Newton be-
durfte zu dieser Berechnung die Kenntnifs des Halbmessers
der Erde in irgend einem bekannten Mafse, z. B. in Meilen
oder Fufsen ausgedrückt, und man weifs, wie lange er mit
der gewünschten Bestätigung seiner Entdeckung hingehalten
wurde, weil er seiner Rechnung eine damals zwar allgemein
angenommene, aber dennoch unrichtige Gröfse des Halbmes-
sers der Erde zum Grunde gelegt hatte.

Indem wir hier kurz dieselben Schlüsse wiederholen, wol-
len wir sie, unserem Zwecke gemäfs, so stellen, dafs man
darin diese Gröfse des Erdhalbmessers als die gesuchte oder
unbekannte Gröfse betrachtet, da wir in unsern Zeiten in der
That nicht mehr nöthig haben, die Existenz des Gesetzes der
Gravitation durch irgend eine neue Erscheinung der Natur zu
beweisen. Nennen wir daher g den Raum, welchen ein Kör-
per auf der Oberfläche der Erde im freien Raume senkrecht

ıd in der ersten Secunde zurücklegt, sey ferner r der
messer der Erde, dieselbe hier als eine Kugel vorausge-
, und endlich R die Entfernung des Mittelpuncts der Erde
dem des Mondes. Alle diese drei Gröfsen g, r und R
en wir als in Par. Fufs ausgedrückt voraussetzen.

Wenn der Mond, indem er sich um die Erde bewegt, in
That demselben Gesetze, wie jener fallende Körper auf
Oberfläche der Erde gehorcht, so wird also auch er in
Secunde um einen bestimmten Raum gegen die Erde
ı. Wir wollen diesen Raum, um welchen der Mond in
Secunde sich der Erde nähert, m nennen und auch diese
se m in Par. Fufs ausgedrückt voraussetzen. Endlich wol-
wir noch, wie zuvor, ω die Horizontalparallaxe des Monds
T die siderische Umlaufszeit desselben nennen, so dafs
$\text{Sin.}\,\omega = \frac{r}{R}$ ist. Dieses vorausgesetzt müssen wir zuerst
Gröfse m oder den Fall des Mondes gegen die Erde ken-
Da die siderische Umlaufszeit des Mondes T = 27,321661
e ist, so findet man den Winkel α, welchen der Mond
der Zeitsecunde während seiner mittleren Bewegung zu-
legt, durch die Proportion

$$360.60^2 : \alpha = T.24.60^2 : 1$$

man hat

$$\alpha = \frac{15}{T} = 0'',54901,$$

α in Raumsecunden ausgedrückt ist. Kennt man aber
Winkel α, so ist damit auch der Sinus versus desselben
ıkels bekannt, und da dieser den Fall des Monds gegen
Erde während einer Zeitsecunde ausdrückt, so hat man

$$m = 2\,R\,\text{Sin.}^2\,\frac{\alpha}{2}.$$

in nach dem erwähnten Gesetze der allgemeinen Schwere
halten sich die Fallhöhen, wie verkehrt die Quadrate der
fernungen der fallenden Körper vom Mittelpuncte der auf
wirkenden Kraft, d. h. von dem Mittelpuncte der Erde, so
man hat

$$m : g = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2},$$

oder wenn man den vorhergehenden Werth von m substitu
und $R = \frac{r}{\text{Sin.}\,\omega}$ setzt,

$$r = 2g \cdot \frac{\omega^3}{\alpha^2} \cdot \text{Sin.}\,1'',$$

und dieser letzte Ausdruck giebt den Halbmesser r oder
Gröſse der Erde, wenn die Werthe von g, ω und α bekannt
sind. Was nun die Gröſse α betrifft, so kennt man sie, we
man die Umlaufszeit des Monds kennt, da $\alpha = \frac{15}{T}$ ist.
diese Umlaufszeit ist unter allen Elementen des Mondes
leichtesten mit groſser Schärfe zu bestimmen, da man
nur zwei, in der Zeit sehr entfernte Beobachtungen des M
bedarf. Aus dieser Ursache haben denn auch die alten G
chen diese Umlaufszeit T schon so genau bestimmt, da
neuere, in so hohem Grade genauere, beobachtende Astr
mie nur wenig mehr daran zu verbessern gefunden hat.
zweite Gröſse g aber oder der Fallraum der Körper in
ersten Secunde wird, wie man weiſs, durch Pendelbeob
tungen mit aller nur wünschenswerthen Schärfe bestimmt[1].
Gröſse ω endlich oder die mittlere Horizontalparallaxe
Monds kann, wie man weiſs, durch beobachtete Recta
sionsdifferenzen des Mondes und eines ihm nahe stehe
Fixsterns bestimmt werden[2], ohne daſs dabei der Beob
sein Zimmer verlassen muſs. Demnach erhält man durch
Mondbeobachtungen die beiden Gröſsen T oder α u
und wenn man damit die Pendelbeobachtungen oder die
ſse g verbindet, so wird man daraus den Halbmesser
kugelförmigen Erde durch Hülfe der Gleichung

$$r = \frac{2g \cdot \omega^3\, \text{Sin.}\,1''}{\alpha^2}$$

bestimmen können. Die Gröſse g ist, nach den neues
stimmungen, gleich 15,0537 Par. Fuſs am Aequator
haben wir bereits oben gleich 3454 Secunden gefunden
bindet man damit den schon zuvor angeführten Wert
$\alpha = 0'',54901$, so erhält man durch die letzte Gleichung

den Werth von r = 19 955130 Par. Fuſs oder

r = 873,623 geogr. Meilen,

1 S. Art. *Schwere*. Bd. VIII. S. 613.

2 S. Littrow's Vorlesungen über Astronomie. Th. I. S.

en 15 auf einen Grad des Aequators gehn, wenn man näm-
die Meile zu 22841,8 Par. Fuſs annimmt.

Um zu sehn, mit welcher Sicherheit man den Halbmes-
r der Erde aus den drei Gröſsen g, ω und T ableiten
ie, hat man, wenn man den vorhergehenden Ausdruck für r
eziehung auf alle in ihm enthaltene Gröſsen differentiirt,

$$dr = \frac{r}{g}.dg + \frac{3r}{\omega}.d\omega - \frac{2r}{\alpha}d\alpha.$$

n da $\alpha = \frac{15}{T}$, so ist $d\alpha = -\frac{15}{T^2}dT$, also auch

$$dr = \frac{r}{g}.dg + \frac{3r}{\omega}.d\omega + \frac{2r}{T}.dT.$$

itnirt man in diesem Ausdrucke die vorhergehenden Wer-
en r, g, ω und T, so erhält man

$$dr = 58{,}034\,dg + 0{,}759\,d\omega + 0{,}00074\,dT,$$

der Fehler von g in Theilen des Pariser Fuſses, $d\omega$
n ω in Raumsecunden und dT der von T in Zeitse-
, und wo endlich der daraus folgende Fehler dr des
bmessers r in geogr. Meilen gefunden wird. Man sieht
daſs ein Fehler $dg = 0{,}0007$ Fuſs oder von nahe $\frac{1}{10}$
lie Gröſse r um 0,041 Meilen unrichtig giebt und daſs
ein Fehler $dT = 60$ Secunden die Gröſse r um 0,044
fehlerhaft macht. Allein beide Gröſsen g und T, be-
die letzte, sind lange nicht bis auf diese Fehler un-
daher auch ihretwegen der so bestimmte Erdhalbmes-
wiſs bis auf weniger als $\frac{4}{100}$ einer Meile der Wahr-
e stehn muſs. Nicht so ist es mit der Horizontalpa-
o des Mondes, von welcher jede fehlerhafte Secunde
se r schon um 0,759 Meilen unrichtig macht. Nähme
B. $\omega = 3435''$, also um 19 Secunden kleiner an, als
hätte man $0{,}759 \times -19 = -14{,}421$

$$\begin{array}{r} 873{,}623 \\ \hline 859{,}202 \end{array}$$

Halbmesser der Erde würde, bei dieser Parallaxe des
on 3435 Secunden, 859,2 geogr. Meilen, d. h. sehr
viel betragen, als aus den neuesten Meridianmessun-

Mond also, der durch seine Finsternisse schon den
Astronomen gezeigt hat, daſs die Erde sehr nahe die

Gestalt einer Kugel hat, lehrt uns, wenn wir die Beobach-
tungen dieses Himmelskörpers mit denen des Pendels auf der
Oberfläche der Erde verbinden, zugleich die Gröfse dieser
Kugel kennen, so wie uns seine Störungen durch die Sonne
auch die Abweichung der Gestalt der Erde von der ein
Kugel oder die *Abplattung* der Erde und zugleich, wie wi
oben gesehn haben, die *Entfernung der Sonne* von der Er
kennen gelehrt haben. Nach weiter fortgesetzten Beobachtun
gen dieses Satelliten, besonders in Beziehung auf die Bew
gung seiner Apsiden, werden wir auch die durch alle and
Mittel so schwer zu erhaltenden *Massen der übrigen Plane*
kennen lernen, so wie wir bereits durch seine Hülfe
die Veränderung der Excentricität der Erdbahn mit großer G
nauigkeit bestimmt und uns zugleich überzeugt haben, d
die Länge unseres Tages, diese Basis aller beobachtenden As
nomie, in allen Zeiten eine ganz unveränderliche Grö
Verbinden wir damit den Nutzen, welchen das Studium
ses Satelliten unserer mathematischen Geographie und
Marine gebracht hat, so müssen wir die Kenntnisse, w
er uns verschafft hat, als wahre Wohlthaten dankbar
kennen und zugleich gestehn, dafs die Astronomen ihre
wohl angewendet und alles gethan haben, um aus dem
und uns so recht eigentlich angehörenden Himmelskörper
den Nutzen zu ziehn, der sich mit Einsicht und Beha
keit daraus ziehn liefs, besonders wenn man bedenkt, w
Anstrengung es dem menschlichen Geiste gekostet haben
die mathematische Analyse bis zu dem gegenwärtigen
zu vervollkommnen, dieses wunderbare Instrument unsers
stigen Auges, ohne welches es unmöglich gewesen wäre
so verwickelte Theorie, wie die des Mondes ist, zu
dringen.

I. Rotation des Mondes.

Nachdem wir so das Vorzüglichste über die Beweg
Mondes um die Erde gesagt haben, wenden wir uns
dern merkwürdigen Eigenheiten dieses Himmelskörpe
betrachten zuerst die Bewegung desselben um seine
Axe oder die *Rotation* desselben. Wir haben bere
gezeigt, dafs die Knotenlinie der Mondbahn mit der

lerlich ist, indem diese Knotenlinie in einem gemeinen
von 365 Tagen um 19° 20′ 33″,46 in Beziehung auf
xsterne rückwärts oder von Ost gen West geht, und dafs
Bewegung der Knoten nur für den Anfang des gegen-
en Jahrhunderts gilt, da man der so bestimmten Länge
notens noch die säculare Aenderung $7'',6 t^2 + 0'',0065 t^3$
igen mufs, wo t die seit 1800 verflossenen Jahrhun-
ezeichnet. Allein aufser dieser immerwährend fortge-
oder säcularen Ungleichheit ist die Länge des Monds,
der Störung der Sonne, auch noch einer periodisch wie-
enden Ungleichheit unterworfen, deren gröfstes Glied
in.^{2} (l′ — k) ist, wo l′ und k die Länge der Sonne
aufsteigenden Knotens der Mondbahn bezeichnen.
cht so verhält es sich mit der *Neigung* der Mondbahn
ie *Ekliptik*. Diese hat keine säculare Aenderung, son-
nn für alle Jahrhunderte als constant angesehn werden,
die Lage der Ekliptik selbst, wie man weifs, durch
ung der Planeten einer solchen säcularen Aenderung un-
n ist. Diese Neigung beträgt 5,1464 Grade. Aber einer
hen Aenderung ist sie allerdings, so wie die Mond-
ausgesetzt und das gröfste Glied derselben ist
s. 2 (l′ — ☊). Die Periode dieser zwei Störungen
ens und der Neigung beträgt 349 Tage oder sie ist
Tage kürzer als das Jahr. Ganz ebenso wie diese
, ist auch die Excentricität der Mondbahn, die 0,05484
n grofsen Axe der Mondbahn beträgt, als constant zu
.

n ganz andere Erscheinungen bietet der *Aequator*
ls dar, wenn man seine Lage gegen die Mondbahn
n die Ekliptik vergleicht. Nach der schönen Ent-
des Dominicus Cassini wird man die Lage des
tors für jede gegebene Zeit auf folgende Weise be-

Wenn man durch den Mittelpunct O des Monds e OA senkrecht auf die Rotationsaxe desselben legt, iese Ebene den Aequator des Monds vor. Legt man selben Mittelpunct O eine zweite Ebene OE, pa- der Ekliptik, und endlich noch eine dritte OB, wel- er zweiten den Winkel 5° 8′ 47″ bildet, so stellt ahn des Monds vor. Diese drei Ebenen, von wel- r die zweite OE zwischen die beiden andern fällt, (Fig. 331.)

haben stets dieselbe gemeinschaftliche Durchschnittslinie, u
zwar, daſs der aufsteigende Knoten des Mondäquators
in der Ekliptik immer mit dem niedersteigenden Knoten d
Mondbahn OB in derselben Ekliptik zusammenfällt. Die
den Ebenen OA und OE bilden endlich unter sich den const
Winkel 1° 30' 11", so daſs daher der Winkel AOB der beiden
ſsersten Ebenen oder die Schiefe der Ekliptik auf dem Monde
58" beträgt, also nur nahe den vierten Theil von der Schie
Ekliptik unserer Erde. Daraus folgt zugleich, daſs auch der D
schnitt O des Mondäquators OA mit der Mondbahn OB
selbe retrograde Bewegung habe, wie der Knoten der M
bahn mit der Erdbahn, und daſs beide Durchschnittspunct
der Zeit von 6793,39108 Tagen volle 360 Grade um die E
zurücklegen. Während dieser Zeit beschreibt der Pol
Mondäquators und der Pol der Mondbahn kleine, der Ekl
parallele Kreise um den Pol der Ekliptik und zwar so, d
diese drei Pole immer auf einem und demselben gröſsten Kr
der Sphäre des Himmels liegen.

Sorgfältige von D. Cassini und T. Mayer angest
Beobachtungen des Monds zeigten, daſs die Umdrehung d
Monds um seine Axe ganz gleichförmig ist, und dies Re
sultat wurde erst in den neuesten Zeiten durch die sorgfä
gen Beobachtungen des Fleckens Manilius von den Astro
men Bouvard und Nicollet zu Paris in den Jahren 18
bis 1810 vollkommen bestätigt. Da wir im Allgemeinen im
mer dieselben Flecken oder immer dieselbe Seite des Monds
und nie die entgegengesetzte Hälfte desselben sehn, so folg
daſs die Rotation des Monds seiner Revolution gleich ist o
daſs er sich in derselben Zeit um seine Axe dreht, in wel
cher er sich um die Erde bewegt. Man hat sonderbarer Wei
aus dem Grunde, daſs uns der Mond immer dieselbe Sei
zeigt, den Schluſs ziehn wollen, daſs er sich nicht u
sich selbst drehn könne. Allein die Illusion verschwindet s
fort, wenn man sich das Auge des Zuschauers auſser d
Mondbahn, z. B. in der Sonne vorstellt, wo dann der Mo
während der Zeit seines Umlaufs um die Erde der So
nach und nach alle 360 Grade seines Aequators zugewe
wird, zum Beweise, daſs er sich während derselben Zeit a
in der That um sich selbst gedreht haben müsse.

Allein genau genommen sieht man nicht immer ganz d

Seite des Monds, sondern es kommen an dem einen
: zuweilen neue Flecken zum Vorschein, während wie-
ndere an dem entgegengesetzten Rande verschwinden.
)ifferenz der Abstände der Flecken von dem Rande des
es kann bis $7\frac{1}{2}$ Grad gehn, aus dem Mittelpuncte des
gesehn, oder da nach dem Vorhergehenden $\frac{r}{a} = 0{,}0045723$
kann diese Aenderung, aus dem Mittelpuncte der Erde
, bis auf $7\frac{1}{2}^\circ \times 0{,}0045723 = 2{,}06$ Minuten, d. h. bis
n 8ten Theil des scheinbaren Halbmessers des Monds,
,7 Min. beträgt, gehn. Galilei, der zuerst die Ober-
des Monds mit dem damals nur erst entdeckten Fern-
untersuchte, hat diese Veränderungen auch zuerst er-
und in seinem *Nuncius sidereus*, so wie in seinen *Dia-
mundi Systemate*, 1635. p. 58. zu erklären gesucht,
ine Erklärung betrifft nur die zwei kleineren Aende-
, während sie die dritte und gröfste unberührt läfst,
er eben diese dritte durch seine Erklärung darstellen
Auch Hevelius hatte, als er im J. 1643 seine Erklärung
eränderungen aufstellte, noch eine irrige Idee von dieser
Aenderung und er berichtigte dieselbe erst im J. 1654.
n bemerkte nämlich zuerst, dafs die Flecken des Monds
stlich zu gehn scheinen, so lange der Mond selbst von
rdferne zur Erdnähe geht, und umgekehrt dafs sie alle
stehn, wenn der Mond, in der andern Hälfte seiner
on der Erdnähe zur Erdferne geht. Am deutlichsten
dieses an denjenigen Flecken, die in der Nähe des
iators dem Rande dieses Satelliten sehr nahe stehn,
3. das *Mare crisium* an der Westseite oder der Fle-
imaldi an der Ostseite des Monds. Man nannte diese
ing, die in einer nahe mit der Ekliptik parallelen
statt hatte, die *Libration der Länge* des Monds.
nan nämlich, dem Vorhergehenden gemäfs, annimmt,
Revolution des Monds der Rotation desselben genau
t, wie dieses die Beobachtungen in der That fordern,
ein Flecken des Monds L, der eben den Mittelpunct
sichtbaren Mondscheibe einnimmt. Acht Tage später,
Mond L' den vierten Theil seiner Bahn um die Erde

Fig. 332.

Lalande Astron. §. 3295.

oder wo er den rechten Winkel LTL' zurückgelegt hat, w… sich auch jener Flecken um den rechten Winkel $a'Lb$ g… dreht haben und der Erde T im Puncte b, das heifst, wi… in der Mitte der sichtbaren Mondscheibe erscheinen, … *die Bahn des Monds ein Kreis* oder wenn die Beweguno… Monds um die Erde gleichförmig wäre. Allein dieses ist … der Fall, da der Mond sich in der That in einer Ellipse L L… bewegt, in deren einem Brennpuncte die Erde T ist. W… der Mond in seiner Erdferne in L ist, so sieht man vo… Erde den Flecken a, wie zuvor, in der Mitte seiner Sch… Nach 8 Tagen oder nach einem Viertelmonat hat sich … Mond, also auch der Flecken, um volle 90 Grade um s… Axe gedreht oder der Flecken a' ist bis nach a gekom… während der Mond von L nach L' gegangen ist. In dem… ben Zeit ist auch die mittlere *Anomalie* von 0° bis 90° g… wachsen oder der mittlere Mond hat um die Erde ebenfal… einen rechten Winkel beschrieben; allein der *wahre* Mond … noch hinter dem mittlern zurück und zwar um mehr als … Grade, da die Gleichung des Mittelpuncts[1] des Monds nahe… auf dieselbe Gröfse steigen kann und dieselbe hier in der… Nähe ihres gröfsten Werthes ist[2]. Zieht man nämlich die Li… nie Tm senkrecht auf die grofse Axe LL'' der Mondbahn, so… ist der mittlere Mond in der Richtung Tm, während der… wahre Mond L' in der Richtung TL' hinter jenem um $mTL' = 6°$… zurück ist. Nennt man überhaupt m die mittlere und v die… wahre Anomalie und ε das Verhältnifs der Excentricität der… Bahn gegen die halbe Axe derselben, so hat man, wenn bei… de Anomalieen von der Erdferne gezählt werden,

$$v = m - 2\varepsilon \,\mathrm{Sin.}\, m + \tfrac{5}{4}\varepsilon^2 \,\mathrm{Sin.}\, 2m - \frac{\varepsilon^3}{4}\left(\tfrac{13}{3}\,\mathrm{Sin.}\, 3m - \mathrm{Sin.}\, m\right) \ldots$$

woraus man für unsern Fall, d. h. für $m = 90°$ erhält

---

1 Vergl. Bd. I. S. 293.

2 Um den Ort der elliptischen Bahn eines Planeten oder Satel… liten, in welchem die *Gleichung seiner Bahn* am gröfsten ist, gen… anzugeben, so seyen a und b die halbe grofse und kleine Axe der… Bahn und $r = \sqrt{ab}$. Beschreibt man dann aus dem Brennpuncte der… Ellipse, als aus einem Mittelpuncte, mit dem Halbmesser r einen Kreis… so schneidet dieser Kreis die Ellipse in zwei Puncten, welche die… Puncte der gröfsten Gleichung des Mittelpuncts sind.

$$\nu = 90^\circ - \frac{2\varepsilon}{\text{Sin.}\,1''} + \frac{4\varepsilon^3}{3\,\text{Sin.}\,1''},$$

auch, wenn man $\varepsilon = 0{,}05484$ setzt,

$$\nu = 90^\circ - 6^\circ\,17' = 83^\circ\,43',$$

lafs also der Winkel L'TL' nur 83° 43' beträgt, während Winkel a'La der Rotation ein rechter Winkel ist. Da auch L'a, so wie Tm, auf der grofsen Axe LL'' senkt sind, so sind die beiden Linien L'a und Tm unter sich llel, also ist auch der Winkel mTL' = aL'b = 6° 17', wo Gesichtslinie des Beobachters in T, die nach dem Mituncte L' des Monds gezogen wird, die Oberfläche dessel in b trifft, so dafs also jetzt b der mittlere Punct der ıdscheibe ist und dafs der frühere mittlere Punct a der-e von b um 6° 17' und zwar gegen Westen erscheint, : mit dem oben Gesagten übereinstimmend. In der andern fte L''L'''L der Mondbahn wird der mittlere Punct der eibe um ebensoviel östlich liegen. Uebrigens haben wir diese Differenz nur 6° 17', statt der oben erwähnten 7° gefunden, weil wir hier nur auf die gröfste Störung der tlern Länge des Monds, auf die Gleichung der Bahn Rückıt genommen haben, die aber durch die oben erwähnte ection und Variation noch um 1° 13' vermehrt werden n.

Eine ähnliche Erscheinung, wie bei diesen Flecken am ichen und westlichen Rande, sieht man auch bei jenen am dlichen und südlichen Rande, wo zuweilen neue Flecken cheinen oder früher gesehene wieder unsichtbar werden. diese Verrückung in einer auf die Ekliptik nahe senkrech- Richtung vor sich geht, so hat man sie die *Libration Breite* genannt[1]. Um sie auf eine einfache Weise zu erren, sey εε' die Ekliptik, BB' die Mondbahn und AA' der ndäquator, mit welchem die durch den Mittelpunct L und des Monds gezogenen Linien ab und a'b' parallel seyn sol-ı. Die Neigungen dieser Ebenen unter einander sind schon en bei Gelegenheit der Fig. 331. angegeben worden. Wenn r Mond L' in seiner gröfsten nördlichen Breite ist, so ist r Winkel A'TL', so wie der Winkel m'L'a' gleich 6° 14', ıd hier erscheint ein im Mondäquator stehender Flecken a',

Fig. 334.

1 S. Art. *Breite*. Bd. I. S. 1204.

von dem Mittelpuncte T der Erde gesehn, über dem Mit-
puncte m′ der sichtbaren Mondscheibe um den Wi-
T L′ a′ = 6° 14′ erhoben. Allein nach einem halben Mo-
oder 14 Tage später, wo der Mond L am tiefsten unter
Ekliptik steht, wird derselbe Aequatorialflecken a um 6°
unter dem Mittelpuncte m der Mondscheibe erscheinen.
deutlichsten wird man diese Schwankung bei denjenigen
cken bemerken, die den beiden Polen des Mondäquators
nächst stehn, wie bei Maginus, Plato, Endymion u.
Je gröfser die nördliche Breite des Monds ist, desto mehr
auch von dem nördlichen Rande des Monds verschwinden
desto mehr von dem südlichen Rande desselben sichtbar
den, und umgekehrt, wenn die südliche Breite des M
wächst.

Endlich wird auch, da die Erde so vielmal grö-
als der Mond, und ihm beträchtlich nahe steht, die A-
des Monds, je nach dem Orte, den der Beobachter
Oberfläche der Erde einnimmt, verschieden seyn. Ist
Fig. 335. der Beobachter in M, so dafs der Mittelpunct L des Mond-
Horizonte ML des Beobachters oder in der Tangente
der Erde für den Punct M liegt, so wird der Beobachter
M diejenige Hälfte CAD des Mondes sehn, welche
die auf seine Gesichtslinie ML senkrechte Ebene CD
grenzt ist, während ein Beobachter T im Mittelpuncte
Erde oder auch, was dasselbe ist, ein Beobachter in N,
cher den Mond in seinem Zenithe hat, diejenige Hälfte
des Mondes sehn wird, welche durch die auf TL senk-
Ebene AB begrenzt wird. Daraus folgt, dafs derselbe
achter M, wenn für ihn der Mond eben auf- oder unter-
mehr von seinem obern und weniger von seinem untern
sehn wird, als zu der Zeit, wo sechs Stunden früher
später der Mond im Zenith des Beobachters steht.
Winkel ALC gleich dem Winkel MLT und da der
Winkel nach dem Vorhergehenden die Horizontalparallaxe
Monds ist, die 0° 57′ 34″ beträgt, so wird also auch
Schwankung der Mondflecken, die man die *Libration*
Parallaxe nennt, denselben Werth haben.

Alle diese drei Veränderungen sind aber, wie man
nur scheinbar und die Rotation des Mondes selbst wird
sie nicht afficirt. Wenn aber der Mond, den Beobach-

näfs, uns in der That immer dieselbe Seite zeigt, so mufs
auch mehrern Librationen unterworfen oder seine Rotation
ıfs selbst veränderlich seyn. Wir haben nämlich bereits oben
ıehn, dafs die mittlere Bewegung des Monds seit den ersten
ten, von welchen uns noch Beobachtungen dieses Gestirns
ıig sind, beständig im Zunehmen begriffen ist. Wenn also die
tation der Revolution, wie diese letzte zu irgend einer Zeit statt
te, immer gleich bliebe, so müfsten diese beiden Bewegun-
ı, vor und nach dieser Epoche, immer mehr und mehr von
ander abweichen und uns endlich auch die von uns abge-
ndete Seite des Monds zu Gesichte bringen, was aber ge-
ı die Erfahrung ist. Auch zeigt die mathematische Theo-
der Mondbewegung, dafs die Rotation dieses Satelliten
ız denselben säcularen Ungleichheiten unterworfen ist, wie
ı mittlere Bewegung, obschon sie an den periodischen Un-
ichheiten der letzten Bewegung keinen Theil nimmt, wor-
ı folgt, dafs in der Folge der Zeiten beide Bewegungen
ı Monds, die fortschreitende und die rotirende, in demsel-
ı Mafse und in denselben Perioden ab- und zunehmen und
ſs uns daher die jetzt von der Erde abgewendete Seite des
onds auch für immer verborgen bleiben wird. Wahrschein-
h wurde in dem noch jugendlichen Alter des Monds, wo
ne noch wenig erhärtete Masse jeder äufsern Einwirkung
chter nachgab, der der Erde zugekehrte Halbmesser dessel-
n durch die vorherrschende Attraction, welche unsere Erde
f diesen ihr nächsten Punct des Monds ausübte, verlän-
rt und sonach auch dem Aequator dieses Satelliten eine el-
tische Gestalt gegeben, dessen grofse Axe gegen die Erde
richtet war und wegen der stets fortwirkenden Anziehung
r Erde fortan auch so gerichtet bleiben mufste. Es ist aller-
ngs sehr unwahrscheinlich, dafs sogleich bei der Entstehung
s Mondes die Rotation der Revolution desselben vollkom-
en gleich gewesen sey, allein, wenn diese beiden Bewe-
ngen auch nur nicht eben zu sehr von einander verschie-
n waren, so mufste das Mondsphäroid um jenen gröfsern
archmesser des Aequators in Oscillationen übergehn und um
esen Durchmesser, gleich einem Pendel um die Verticalli-
e, stets kleinere Schwingungen machen, bis endlich durch
e stets fortwirkende Anziehung der Erde beide Bewegungen
nander ganz gleich gemacht wurden und das Pendel gleich-

sam um seine mittlere Lage zur Ruhe gekommen war. Dem nach mufste dieser Satellit die Gestalt eines Ellipsoids erhalten, das nicht blofs, wie die der übrigen Planeten, an seinen beiden Polen abgeplattet war, sondern dessen Parallelkreise auch alle dem Aequator desselben ähnliche Ellipsen seyn mufsten. Schon NEWTON hatte aus seinen ersten Berechnungen gefunden, dafs der gegen die Erde gewendete Durchmesser des Mondes 186 Par. Fufs oder $\frac{1}{100}$ Meile gröfser sey, als der auf unserer Gesichtslinie senkrecht stehende Durchmesser desselben. Nach den genauern Bestimmungen von LAPLACE hat man, wenn man die grofse Axe des Aequators des Mondes gleich der Einheit annimmt, für die kleine Axe des Aequators 0,99997 und für die Rotations- oder Polaraxe des Mondes 0,99891.

Die Gröfse dieser wahren Libration des Monds wird übrigens von der Gröfse der Differenz abhängen, um welche, bei der Entstehung dieses Himmelskörpers, die Rotation desselben von der Revolution verschieden war, und aufserdem von der Zeit, die seit jener Epoche verflossen ist. Da die Beobachtungen die Existenz dieser Libration bisher noch nicht nachgewiesen haben, so mufs sie ohne Zweifel sehr gering seyn, aber ihre Existenz ist dennoch durch die Theorie über allen Zweifel erhaben.

Auch die oben erwähnte, von D. CASSINI entdeckte Coincidenz der Knoten des Mondäquators mit denen seiner Bahn in der Ekliptik ist eine Folge der blofsen Attraction der Erde, wie zuerst LAGRANGE in einem seiner schönsten Memoiren gezeigt hat. Die Ebene des Mondäquators und die Ebene der Mondbahn, die beide durch den Mittelpunct des Monds gehen, so wie endlich eine durch denselben Mittelpunct mit der Ekliptik parallele Ebene müssen, in Folge jener Anziehung der Erde, immer sehr nahe denselben gemeinschaftlichen Durchschnittspunct haben, und die Theorie zeigt, dafs die säcularen Bewegungen der Ekliptik, die von der Anziehung der Planeten auf die Erde herrühren, weder diese Coincidenz der Knoten dieser drei Ebenen, noch auch die mittleren Neigungen derselben ändern können, da beide vielmehr, durch die Attraction der Erde, immer wieder auf ihren mittlern Werth zurückgeführt werden, obschon sie sich stets von demselben zu entfernen suchen.

Bemerken wir noch zum Schlusse dieses Gegenstandes, die Astronomen des Mittelalters den Ausdruck *Libration* *Trepidation*, wie sie es auch zuweilen genannt haben, inem ganz andern Sinne gebrauchten. Sie bezeichneten lich dadurch ein von ihnen imaginirtes Schwanken der , 9ten und 10ten Sphäre des Himmels, durch welches sie Phänomene der Präcession und der Abnahme der Schiefe Ekliptik zu erklären suchten. Thebit Ibn Chora, ein scher Astronom des neunten Jahrhunderts, ist der Erfin-lieser Hypothese, in welcher er den wahren Frühlings-Herbstpunct in der Peripherie eines Kreises einhergehn dessen Mittelpunct die mittleren Nachtgleichen bezeich-und dessen Halbmesser 2° 9′ betrug. Erst Reinhold Regiomontan (im 15. Jahrhunderte) zeigten die Unstatt-keit dieser Hypothese. Uebrigens zeichnete sich dieser it durch mehrere für sein Zeitalter wichtige Ideen und ckungen aus, wie er denn unter andern der Erste war, is siderische Jahr der Sonne von dem tropischen genau chied, das erste für die wahre Umlaufszeit der Sonne ite und die Dauer des siderischen Sonnenjahrs auf 639 Tage festsetzte, beinahe ganz im Einklange mit den en Bestimmungen der Astronomen.

Verschiedene Lichterscheinungen des Mondes.

is Vorzüglichste über diesen Gegenstand ist bereits frü-itgetheilt worden. Wir wollen daher hier nur noch dort übersehene Bemerkungen in der Kürze nachholen. man L die Länge der Sonne, λ, β die geocentrische und Breite des Monds und endlich D den Winkel, n die Mittelpuncte dieser beiden Gestirne für das Auge obachters oder für den Mittelpunct der Erde bilden, so n die einfache Gleichung

$$\text{Cos.}\, D = \text{Cos.}\, (\lambda - L)\, \text{Cos.}\, \beta.$$

isförmige Grenze des uns sichtbaren, beleuchteten Theils ndes erscheint uns, wie alle gegen das Auge schief en Kreise, als eine Ellipse. Nennt man a und b die

i. Art. *Phasen*. Bd. VII. S 466.

halbe grofse und kleine Axe dieser Ellipse, so ist a zugleich der Halbmesser des Monds selbst und man erhält für jede Stellung des Monds gegen die Sonne die kleine Axe b jener Lichtellipse oder jene Phase

$$b = a\,\text{Cos.}\,D \text{ oder } b = a\,\text{Cos.}\,(\lambda - L)\,\text{Cos.}\,\beta,$$

so dafs daher auch die gröfste Breite[1] gleich ist

$$BG \text{ oder } a - b = a\,[1 - \text{Cos.}\,(\lambda - L)\,\text{Cos.}\,\beta].$$

Vernachlässigt man, was zu einer ersten Bestimmung hinreicht, die Breite des Monds, so hat man für den Neumond $\lambda - L =$ und $a - b = 0$, für den Vollmond $\lambda - L = 180$ und $a - b =$ und endlich für die Viertel $\lambda - L = \pm 90^\circ$ und $a - b =$ $b = 0$, so dafs daher für die beiden Viertel jene Ellipse in eine gerade Linie übergeht.

Diese Beobachtung der Viertel des Monds giebt ein einfaches Mittel, die Distanz der Sonne von der Erde zu finden, ein Mittel, das schon ARISTARCH von Samos 250 Jahre vor Chr. Geb. erfunden und, wie es scheint, auch angewendet. ARISTARCH hatte wahrscheinlich eingesehn, dafs der Halbmesser der Erde zu klein ist, um ihn als Basis zur Bestimmung der Sonnenparallaxe zu benutzen, und er unternahm es daher, den Winkel zu suchen, unter welchem der Halbmesser der Mondbahn, von der Sonne gesehn, erscheinen mufs. Da die Parallaxe des Monds, seiner viel geringern Entfernung von der Erde wegen, mit grofser Genauigkeit zu erhalten ist, so meinte er auf diesem Wege auch die Parallaxe der Sonne der Wahrheit sehr nahe zu bekommen. Dem KEPLER erschien diese Methode so schön, dafs er in seinen Ephemeriden für J. 1619 die Astronomen, besonders GALILEI und MARIUS, die bereits mit Fernröhren versehn waren, aufforderte, diese Methode auszuführen.

Wenn der Mond im Augenblicke seiner Quadratur genau zur Hälfte erleuchtet ist, so ist in dem Dreiecke STL zwischen der Sonne S, der Erde T und dem Monde L der Winkel TLS am Monde gleich einem rechten Winkel. Ist TL = r und ST = R, so hat man, wenn Δ den Winkel LTS oder die Elongation des Monds von der Sonne bezeichnet,

Fig. 336.

---

1 Die Gröfse BG in der 60sten Fig. des VIIten Bandes.

$$\text{Cos}\,\Delta = \frac{r}{R}.$$

ber ω die Horizontalparallaxe des Monds und π die der Sonne, t $\frac{r}{R} = \frac{\text{Sin.}\,\pi}{\text{Sin.}\,\omega}$, also auch

$$\text{Sin.}\,\pi = \text{Sin.}\,\omega\,.\,\text{Cos.}\,\Delta.$$

ıt man daher die Elongation Δ zu der Zeit der Quadralurch unmittelbare Beobachtung des Monds und der Sonne ist, aus andern Beobachtungen, bereits ω bekannt, so t man durch die letzte Gleichung die Sonnenparallr.

Um zu sehn, mit welcher Sicherheit man auf diese Weise Werth von π finden kann, hat man, wenn man das Difial des vorhergehenden Ausdrucks nimmt,

$$\frac{d\pi}{\text{Tang.}\,\pi} = -\,d\Delta\,.\,\text{Tang.}\,\Delta + d\omega\,.\,\text{Cotg.}\,\omega.$$

ın $\omega = 0^\circ\ 57'\ 34''$ für die mittlere Distanz des Mondes er Erde und da der Winkel TSL nahe $0^\circ\ 8'$ ist, so ist $9^\circ 52'$ und daher

$$\frac{d\pi}{\pi} = -\,0{,}0021\,d\Delta + 0{,}0003\,d\omega \text{ oder}$$

$$d\pi = -\,0{,}018\,d\Delta + 0{,}002\,d\omega.$$

ieht daraus, dafs der Fehler $d\Delta$ der Beobachtung der tion und noch mehr der Fehler $d\omega$ der vorausgesetzten xe des Monds in dem Resultate für π allerdings sehr nert werden. Wenn man daher auch den Fehler $d\omega$ neuern Beobachtungen zu 5 Secunden annehmen wollte, ist gewifs nicht so grofs, so würde daraus nur ein $d\pi = 0'',01$ in der Sonnenparallaxe folgen. Allein dadie Gröfse Δ desto schwerer zu bestimmen, weil man ugenblick nicht anzugeben vermag, für welchen der genau zur Hälfte erleuchtet ist, also in seiner Quadraıt. Ein Fehler von 5 bis 6 Minuten in Δ ist dabei nicht zu vermeiden. Nimmt man aber $d\Delta = 300''$, so ie zweite unserer Differentialgleichungen $d\pi = 5'',4$ und e $\frac{d\pi}{\pi} = 0{,}63$, so dafs also, da π nahe $8'',5$ ist, die ınung dieser Gröfse schon um ihren 0,63ten Theil fehwird. Nimmt man $d\Delta$ gleich zehn Minuten, so wird

d $\pi = \pm 10'',8$, also π selbst entweder $= 19'',3$, mehr al
doppelt zu grofs, oder $= - 2'',3$, also sogar eine negat
Parallaxe, die keinen Sinn mehr hat. Diese Methode ist al
eine von den vielen, die theoretisch recht schön und sinn
reich, praktisch aber ganz unbrauchbar sind.

Ein nicht viel anwendbareres, obschon ebenfalls sehr scha
sinniges Mittel, die Sonnenparallaxe zu bestimmen, hat Pt
LEMÄUS in seinem Almagest vorgeschlagen. Nennt man nä
lich T die Zeit, die der Mond braucht, bei einer central
Mondfinsternifs den Halbmesser des kreisförmigen Schatten
schnitts der Erde zu durchlaufen, und ist r der scheinba
Halbmesser der Sonne, so wie m die stündliche relative Be
wegung des Monds in seiner Bahn, so findet man aus ein
gen einfachen Betrachtungen leicht die Gleichung

$$\pi = \mathrm{m\,T} + \mathrm{r} - \omega,$$

woaus sich daher die Gröfse π bestimmen läfst, wenn die übr
gen Gröfsen m, T, r und ω genau bekannt sind. Allein n
wird man die Gröfse T auch nur mit einiger Schärfe bestim
men können, da der Halbschatten der Erde den eigentlich
Anfang oder das Ende der Finsternifs oft auf mehrere Ze
minuten ungewifs macht, daher auch dieses Verfahren als u
anwendbar verworfen werden mufs.

Uebrigens bescheint die Sonne, wegen ihrer Gröfse, be
trächtlich mehr als die Hälfte des Monds oder auch der Erde.
Nennt man a den Halbmesser der Sonne als des leuchtenden
Körpers und b den Halbmesser des beleuchteten, so wie c die
Distanz der Mittelpuncte beider Körper, so findet man des
Winkel α, um welchen der beleuchtete Körper mehr als die
Hälfte beschienen wird, durch die Gleichung

$$\mathrm{Sin.}\,\alpha = \frac{a - b}{c}.$$

Für die Sonne ist $a = 93900$ geogr. Meilen und für den M
$b = 233$, ihre mittlere Entfernung aber ist $c = 20\frac{1}{2}$ Mill Meilen,
so dafs man daher $\alpha = 0^\circ\ 15'\ 36''$ hat, und nahe ebenso
erhält man auch für die Erde, für Uranus aber ist $a = 939$
$b = 3740$ und $c = 400$ Mill. Meilen, also auch $\alpha = 0^\circ\ 0'\ 45$

Ebenso übersehn wir aus dem Mittelpuncte der Erde nicht
ganz die Hälfte des Monds oder der Sonne. Nennt man
den Halbmesser der Sonne und c die Entfernung ihres Mitte

ts von dem der Erde, so ist der scheinbare Halbmesser α Sonne, wie wir ihn aus dem Mittelpuncte der Erde sehn, h $\text{Sin.}\,\alpha = \frac{a}{c}$. Wenn wir aber den auf unsere Gesichts- oder auf die Linie c senkrechten Halbmesser der Sonne könnten, so würde er uns unter einem etwas kleinern kel α' erscheinen, so dafs $\text{Tang.}\,\alpha' = \frac{a}{c}$ ist. Man hat nach

$$\text{Tang.}\,\alpha' = \text{Sin.}\,\alpha,$$

auch

$$\text{Tang.}\,(\alpha - \alpha') = \frac{2\,\text{Sin.}\,\alpha\,\text{Sin.}^2\tfrac{1}{2}\alpha}{1 + 2\,\text{Cos.}\,\alpha\,\text{Sin.}^2\tfrac{1}{2}\alpha}$$

, wenn man die vierten und höhern Potenzen von $\text{Sin.}\,\frac{\alpha}{2}$ achlässigt,

$$\alpha - \alpha' = \tfrac{1}{2}\alpha\,.\,\text{Sin.}^2\,\alpha\,.$$

die Sonne, so wie für den Mond, hat man nahe $\alpha = 0^\circ 15' = 900''$, ist auch $\alpha - \alpha' = 0'',0086$ und daher in allen Fällen ganz trächtlich.

Diese verschiedenen, in regelmäfsigen und leicht zu übernden Perioden nach einander folgenden Phasen des Monhaben ohne Zweifel schon in den ältesten Zeiten als Grunder Chronologie der Völker gedient, indem sie danach Monate zählten, die den Umläufen des Monds um die gleich genommen wurden, wobei man bald bemerkte, zwölf solche Monate nahe einen Umlauf der Sonne um Erde einschliefsen, durch welchen letzten Umlauf die ge des Jahres gegeben wurde. Selbst der Monat, von unhr 28 Tagen, war durch den Voll- und Neumond, so durch die beiden Quadraturen sehr auffallend in vier glei- Theile getheilt, woraus die *Woche* von sieben Tagen tand, eine Periode, die man in den ältesten Zeiten schon wandt findet und die sich aller Verwirrungen der Chrogie ungeachtet durch so viele Jahrhunderte bis auf unsere e erhalten hat.

Dieselben Lichterscheinungen des Mondes führten wohl früh schon die Menschen auf die Idee, dafs der Mond der Beleuchtung der Erde wegen da sey. Die bekannte

Unart unseres Geschlechts, alles nur auf sich selbst zu be-
ziehn und die ganze Natur als zum Dienste des Mensche
geschaffen anzusehn, mufste sie in dieser Meinung sehr be-
stärken. Allein mit etwas mehr Nachdenken und etwas we-
niger Unbescheidenheit würden wir uns sehr bald von de
Irrthume dieser Ansicht überzeugt haben. In der That
wir einen sehr grofsen Theil unseres Monates sowohl
Lichts der Sonne, als auch selbst jenes des Mondes be
und müssen uns daher ohne beide zu behelfen suchen.
der Urheber der Natur die Absicht gehabt, durch den
unsere Nächte zu erhellen, so würde er den Mond im
genblicke seiner Entstehung in der Ebene der Ekliptik in
position mit der Sonne und zwar in eine solche Entf
von der Erde gestellt haben, die dem hundertsten The
Entfernung der Erde von der Sonne gleich gewesen w
Hätte er dann dem Monde und der Erde solche, unte
parallele Geschwindigkeiten gegeben, die sich wie die En
nungen dieser beiden Gestirne von der Sonne verhalten,
würde, bei dieser Einrichtung, der Mond immer in Op
tion mit der Sonne oder immer Vollmond geblieben seyn
die von ihm um die Erde zurückgelegte Ellipse wür
von der Erde um die Sonne beschriebenen ähnlich ge
seyn, also würde auch der Mond stets beim Untergan
Sonne aufgegangen seyn oder die ganze Nacht hindurc
schienen haben, ja selbst durch die Finsternisse wür
sein Licht nicht mehr entzogen worden seyn, da er in
ser Entfernung von dem Schatten der Erde nicht m
reicht werden könnte. Da von dem allen nichts ge
ist, so müssen wir wohl den Schlufs daraus ziehn, d
Urheber der Natur eine andere Bestimmung mit dem
gehabt haben wird und dafs er ihn nicht als Fackelträ
Erde an den Himmel gestellt hat.

L. Wie die Erde dem Monde ersch

Wenn man das, was im VII. Bande dieses We
dem Art. *Phasen* über die Fig. 58. gesagt worden ist,
betrachtet, so sieht man sofort, dafs die Bewohner de
des, wenn es deren giebt, an unserer Erde ganz
Lichtveränderungen bemerken müssen, wie wir an den

müssen sogar für den Mond noch viel auffallender er-
inen, da die Oberfläche der Erde fast dreizehnmal gröſser
als die des Mondes. Wenn wir Neumond haben, also den
d gar nicht sehn, weil er uns nur seine dunkle Seite zu-
let, so sehn dafür die Bewohner der uns stets zugekehr-
Seite des Monds die Erde als eine ganz runde und voll-
ıchtete Scheibe, oder sie haben, wenn man so sagen darf,
rde, während wir *Neumond* haben. Zwei Wochen spä-
wo der Mond, zur Zeit des Vollmonds, der Sonne ge-
gegenüber steht, sehn wir die ganze von der Sonne be-
tete Hälfte des Monds, während im Gegentheil der Mond
der Erde nur die von der Sonne abgewendete oder dunkle
e sieht und daher *Neuerde* hat, während wir *Vollmond*
ı. Ebenso sehn die Seleniten die Erde im ersten Viertel,
ı wir den Mond im letzten Viertel sehn, und umgekehrt.
n diese Bewohner des Monds den unseren ähnliche Augen
ı, so werden sie nicht nur diese Lichtphasen der Erde,
ern auch noch verschiedene gröſsere und kleinere Flecken,
e Meere, unsere Inseln, vielleicht selbst unsere Städte
Sie werden, wenn es z. B. in Tobolsk oder in Bom-
eben Mittag und zugleich Neumond ist, unsere alten drei
theile, Europa, Asien und Africa, als eine zusammen-
ende, hellere Masse erblicken, die auf allen Seiten von
ı dunklen, breiten Saume, dem Meere, umgeben ist. Al-
nach zwölf unserer Stunden werden sie das ganze Schau-
geändert erblicken, denn nun wird die alte Welt für sie
hwunden und dafür ganz America mit den vielen Inseln
Südmeeres an ihre Stelle gekommen seyn. Auf diese
e mögen die Mondbewohner, und zwar nicht bloſs die
ırten unter ihnen, schon vor Jahrtausenden auf den er-
Blick alle die Fragen entschieden haben, worüber sich
e Geographen und Astronomen so lange gestritten haben,
e Erde an ihren Polen abgeplattet, ob eine nordöstliche
hfahrt von England nach Ostindien möglich ist, ob am
ole der Erde noch ein groſses Land existirt u. s. w.
so haben sie America lange vor Columbus und Austra-
lange vor Cook gesehn und sie besitzen vielleicht von
r Erde, im Groſsen wenigstens, viel genauere Karten, als
ınsere topographischen Bureaus zusammengenommen, die
scheinlich in keine geringe Verlegenheit kommen würden,

wenn sie uns die wahrhaft getreuen Karten von dem Inneri
Africa's oder Neuhollands vorzeigen sollten.

M. Aschfarbiges Licht des Mondes.

Kurz vor und nach dem Neumonde, zu der Zeit, wo
Mond uns nur als eine feine Sichel erscheint, bemerk
auch den übrigen Theil des nicht beleuchteten Monds
nem schwachen Dämmerlichte schimmern, das aber
schwächer wird, je näher der Mond seinen Quadraturen
Man nannte diese Erscheinung das aschgraue Licht des
(*lumière cendrée*) und man hat sich in frühern Zeiten
bemüht, die wahre Ursache desselben zu entdecken.
gab Möstlin, der Lehrer des grofsen Kepler, uns die
Erklärung desselben. Wir haben so eben gesehn, da
der Mond im Neulichte ist, wenn er uns also seine
Hälfte zuwendet, dann die Erde ihre ganze, von der S
beleuchtete Scheibe dem Monde zuwendet. Da
Oberfläche der Erde fast dreizehnmal gröfser ist, al
des Monds, so wirft diese grofse und durchaus beleu
Scheibe der Erde eine sehr bedeutende Masse Licht
dunkle Seite des Monds, wodurch daher die Nächte
Monds, zu dieser Zeit, noch viel mehr erhellet werden
als dieses für unsere Nächte zur Zeit des Vollmonds
ist. Allein dieses von der Erde, als von einem Spiegel
den Mond reflectirte Sonnenlicht wird von dem Monde
von einem zweiten Spiegel, abermals zurückgeworfen
macht uns daher die sonst dunkle Seite des Monds
sichtbar. Dieses den Mond beleuchtende Licht ist al
eigenes oder vielmehr unser von der Sonne geborgtes
das wir ihm auf einige Augenblicke zusenden, um
wieder von ihm zurück zu erhalten. Nach dieser E
sollten wir die dunkle Seite des Monds eigentlich im
blicke des Neumonds selbst am besten sehn; allein
nicht der Fall, weil dann der Mond viel zu nahe
Sonne steht und wir das schwache Licht des Mondes
zu starken der Sonne nicht mehr sehn können. S
es, dafs wir etwa drei Tage vor oder nach dem N
dieses Licht am deutlichsten erblicken, weil dann
keldistanz des Monds von der Sonne für diese Er

die günstigste ist. Bemerkenswerth ist dabei noch der
and, dafs uns zu dieser Zeit des aschgrauen Lichts der helle
l des Mondes oder die von der Sonne beleuchtete Sichel
r von einer viel gröfseren Kugel genommen zu seyn
ıt, als der dunkle in seinem schwachen Lichte däm-
le Theil. Dieses kommt aber offenbar daher, dafs ein stär-
Licht, in der Nähe eines schwächern aufgestellt, das letz-
och mehr zu schwächen und gleichsam zu tödten scheint,
ie Maler von den hellen Farben zu sagen pflegen, wenn
einem Gemälde neben dunklen Farben angebracht wer-
Der lichte Theil des Monds scheint uns gröfser, weil
ıf unser Sehorgan einen viel stärkern Eindruck macht,
noch die Irradiation der Lichtstrahlen in unserm Auge
lie Wirkung der Atmosphäre selbst kommen mag, durch
ıe das lichtere Bild zugleich vergröfsert und jene Illusion
mehr befördert wird.

Erscheinung des Himmels vom Monde aus gesehen.

Wie wir so eben die Erscheinungen der Erde für den
l in Beziehung auf die Lichtphasen derselben betrachtet
ı, so können wir auch die Erscheinungen des ganzen
ıels, wie er den Mondbewohnern erscheinen mag, durch
Schlüsse erfahren, da wir die Verhältnisse bereits ken-
unter welchen die Mondbewohner in Beziehung auf ihre
on und Revolution und auf die Lagen ihrer Ekliptik und
Aequators stehn. Wenn man dem gewöhnlichen Sprach-
uche gemäfs durch das Wort Tag die Zeit zwischen
nächsten Aufgängen der Sonne bezeichnet, so sind die
des Monds 29½mal länger als unsere Tage, der Mond-
ıt nämlich dem synodischen Monate, also nach dem Vor-
henden der Zeit von 29,53058 unserer Tage gleich. Die
iten sehn also die Sonne 14¾ unserer Tage über und
o lange unter ihrem Horizonte. Zur Zeit des Neumonds
ı die Bewohner der Mitte der uns sichtbaren Mondhälfte
Mitternacht, beim Vollmonde aber Mittag, während den
ıhnern des östlichen und westlichen Randes die Sonne
auf- oder untergeht. Auf diese Weise schreitet der
und Untergang der Sonne auf der Mondoberfläche wäh-
jedes unserer Tage um 12° 12′ fort und die Sonne so-

wohl, als auch der ganze gestirnte Himmel rückt, durch
tägliche Bewegung, während jedes unserer Tage nur u
selben kleinen Bogen von 12° 12′ von Ost gen West,
rend der Himmel in derselben Zeit für uns sich um vo
Grade um die Erde zu drehn scheint. Allein bei dies
langsamen Umdrehung der Himmelskörper giebt es ein
daran gar keinen Theil nimmt und in absoluter Ruhe
scheint. Dieser Himmelskörper ist, scheinbar wenigs
gröſser als alle übrigen, selbst die Sonne nicht ausge
und ist kein anderer, als unsere Erde. Da nämlich,
gesehn haben, der Mond immer dieselbe Seite der E
wendet oder da derjenige Punct seiner Oberfläche,
der Erde am nächsten steht, ihr auch immer am
bleibt, so werden offenbar die Bewohner dieses Pu
Erde stets in ihrem Zenithe sehn, und alle diejenigen,
in der Peripherie eines Kreises wohnen, dessen Mi
jener der Erde nächste Punct ist und dessen Halbm
20, 30.. Grade von der Oberfläche des Mondes e
werden auch die Erde immer um 10, 20, 30.. Grade
rem Zenithe unverrückt am Himmel stehn sehn.
wohner des Rands der uns zugekehrten Seite des Mo
die Erde immerwährend in ihrem Horizonte und al
sehn sie immer in derselben und zwar in einer dest
Höhe, je weiter sie selbst von jenem Rande entf
Sonne, Planeten und alle Gestirne des Himmels geh
Mond alle 14½ unserer Tage einmal auf und ein
aber für das gröſste aller vom Monde aus sichtbaren
für die Erde selbst, giebt es weder Auf- noch
Sie steht fest am Himmel, während sich hinter ih
dere Gestirne, selbst die Sonne, in 29½ unserer
Ost gen West bewegen.

Doch hat diese Erscheinung nur für diejenigen
des Mondes statt, welche die uns zugewendete Se
ben einnehmen, die andern sehn die Erde gar nicht
sen vielleicht auch nichts von ihrer Existenz, wenn
von ihren Nachbarn davon Nachricht erhalten.

Wenn es so, wie wir so eben gesehn haben,
Tageszeiten des Mondes beschaffen ist, so haben
Jahreszeiten desselben manches Eigenthümliche, das
bewohner aus eigener Erfahrung nicht kennen. Uns

n hängen bekanntlich von der Schiefe der Ekliptik ab,
für die Erde 23° 28′ beträgt. Je kleiner dieser Winkel
desto weniger ist der Winter vom Sommer verschieden, und
endlich beide Ebenen, die Bahn und der Aequator ei-
Planeten, ganz zusammenfallen, so giebt es auf ihm gar
Jahreszeiten mehr.

Dieses ist nun nahe der Fall mit dem Monde. Seine
ist gegen seinen Aequator, wie wir oben gesehn, nur
en kleinen Winkel von 6° 39′ geneigt und zwischen bei-
iegt die Ebene der Erdbahn in der Mitte. Da ferner
Durchschnittslinie der Mondbahn mit der Ekliptik sehr
derlich ist und in 19 Jahren ihren ganzen Umkreis um
Erde vollendet, so wird dieselbe Hälfte der Mondbahn
hre über und ebenso lange unter der Ekliptik liegen,
nan wird daher, der Wahrheit gemäſser, sagen können,
die Mondbahn mit der Erdbahn ganz zusammen falle und
mit dem Mondäquator nur den Winkel von 5° 9′ bilde.
ieser sehr geringen Schiefe wird sich also auch die Sonne
ber 5° 9′ nördlich oder südlich vom Mondäquator ent-
n oder die Bewohner dieses Aequators werden die Sonne
nzes Jahr hindurch immer sehr nahe zur Mittagszeit in
Zenithe sehn, und ebenso wird jede andere Gegend au-
dem Aequator die Sonne, im Sommer wie im Winter,
in derselben mittägigen Höhe über sich erblicken. Die
wohner z. B. werden sie stets nur in ihren Horizonten
also einen ewigen Winter haben, während die am
tor einen immerdauernden Sommer genieſsen. Auf un-
Erde geht für eine Breite über 66½ Grad die Sonne
mehrere Tage im Jahre nicht auf oder nicht unter, wäh-
dieses auf dem Monde erst bei einer Breite über 88½
der Fall ist. Die Seleniten haben also keine eigentli-
Jahreszeiten mehr, ihre Tage sind das ganze Jahr von
gleicher Länge und die Länge ihres Jahres endlich ist
ares Tages gleich, wenn man unter Tag die Zeit von
Aufgange der Sonne bis zum nächsten versteht.

Venn man aus der oben angegebenen Lage der Mondbahn
die Ekliptik die Neigung der Mondbahn N gegen den
hen Aequator durch Rechnung sucht, so findet man,
k die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn
er Ekliptik bezeichnet,

für k = 0°	. . . . .	N = 28° 37′
90°	. . . . .	24 0
180°	. . . . .	18 19
270°	. . . . .	24 0

so dafs also im ersten Falle N gleich der Summe der Sch
der Ekliptik 23° 28′ und der Neigung 5° 9′ der Mondb
gegen die Ekliptik, im dritten Falle aber gleich der Differ
dieser beiden Gröfsen ist. Schon daraus läfst sich der
grofse Unterschied der Declinationen des Monds zu versch
denen Zeiten zum Theil erklären. Allein es giebt noch
nen andern sehr auffallenden Unterschied in der Höhe
Mondes, der mit einiger Aufmerksamkeit von Jedermann
obachtet werden kann und der eine ganz andere Ursach
Man bemerkt nämlich, dafs im Sommer, z. B. in den M
ten Junius und Julius, der Vollmond immer nur eine sehr
mittägige Höhe hat, kleiner selbst, als die Sonne im W
dagegen er zur Zeit des Neumonds sich wieder sehr hoch
her als die Sonne im Sommer, über unsern Horizont e
Umgekehrt ist es im Winter, wo der Mond zur Zeit
Vollmonds eine sehr grofse und an den Tagen seines
monds wieder nur eine sehr kleine mittägige Höhe e
Der Grund davon ist im Folgenden zu suchen. Die
steht, wie allgemein bekannt, im Winter um Mittag se
drig und im Sommer sehr hoch. Für Wien sind d
den Höhen 65 und 18, also ihre Differenz 47 Grade.
gröfser und kleiner werden diese beiden ersten Zah
solche Orte, die näher bei den Polen liegen, obsch
Differenz für alle Orte der Erde immer dieselbe, nämlich
der doppelten Schiefe der Ekliptik, die 23° 28′ ist.
Für Archangel z. B., dessen geographische Breite g
31′ ist, steigt die Sonne zur Mittagszeit im Somm
Höhe von 49, im Winter aber nur auf 2 Grade. Ge
selbe mufs daher auch für den Mond zur Zeit des
gelten, da er für diese Zeit immer nahe an demselb
des Himmels gesehn wird, wo die Sonne selbst ist.
hat also zur Zeit des Neumonds im Sommer eine
und im Winter nur eine sehr kleine mittägige Höhe.
am Tage des Vollmonds steht der Mond an dem
entgegengesetzten Puncte des Himmels, er steht
Sonne gegenüber und ist daher in Rectascension vo

180 Grade verschieden, die Declination des Mondes aber
ahe ebenso grofs, als die der Sonne, nur von entgegen-
ztem Zeichen, so dafs, wenn z. B. die Declination der
e 20° nördlich ist, wie um die Mitte der Monate Mai
Julius, die Declination des Mondes gleich 20°, aber süd-
d. h. gleich der Declination der Sonne zur Zeit der Mitte
rs und Novembers seyn wird, so dafs also der Mond an
Tage des Vollmonds im Winter zu Mittag sehr hoch,
ommer aber nur in einer sehr geringen Höhe über dem
onte stehn wird, übereinstimmend mit dem, was oben
t worden ist.

Temperatur auf der Oberfläche des Mondes.

Vegen dieser Eigenheiten der Tags- und Jahreszeiten
londes wird auch die Temperatur auf seiner Oberfläche
ler auf unserer Erde sehr verschieden seyn. Auf der Erde
n die näher bei den Polen liegenden Gegenden, die in
Winter einer sehr grofsen Kälte ausgesetzt sind, im
er durch die sehr langen Tage wieder beträchtlich er-
t, so wie auch die Gegenden der heifsen Zone zur Zeit
olstitien, wegen des schiefen Standes der Sonne, wieder
abgekühlt werden. Anders aber verhält es sich auf dem
e, wo die den Polen nähern Orte die Sonne immerfort
n ihrem Horizonte und die dem Aequator nahen Orte
mer in der Nähe ihres Zeniths sehn und wo aufserdem
e Orte des Monds die Tags- und Nachtzeiten durch das
Jahr nahe von gleicher Dauer sind, so dafs also hier
von jenen Compensationen statt findet, die wir auf un-
Erde treffen und die so wohlthätig auf das gesammte
- und Pflanzenreich einwirken.

azu kommt, dafs die den Mond umgebende Atmosphäre,
sie überhaupt existirt, eine so geringe Dichtigkeit hat,
e gewifs noch nicht mit der Dichtigkeit unserer Luft
en höchsten Bergen der Erde verglichen werden
Eine so ungemein dünne Luft ist aber, wenn sie an-
er unsern gleicht, auch nur einer sehr geringen Erwär-
durch die Sonnenstrahlen fähig, so dafs es daher auf
berfläche des Mondes, aller Wahrscheinlichkeit nach,

besonders an den Polen desselben, ungemein kalt seyn wi wenigstens für unser Gefühl, für welches auch die stets gl che 14 Tage lange Gegenwart und Abwesenheit der Sa keine sehr angenehmen Folgen haben könnte, so dafs wir den Aequator des Mondes versetzt, immer abwechselnd z Wochen einer brennenden Sonnenhitze und ebenso lange der einer alles erstarrenden Kälte ausgesetzt seyn wü Vielleicht dafs auf diese Art alle Feuchtigkeit, Flüsse, Wolken und Nebel, von der der Sonne ausgesetzten des Monds, durch eine Art von Destillation im Vacuum die andere, auf die Nachtseite des Monds gebracht wird, aus dann eine grofse Trockenheit unter der verticalen S und eine immer zunehmende Kälte und Feuchtigkeit auf Nachtseite folgen würde. Vielleicht bilden sich dadurch eigene Wassersammlungen an den Lichtgrenzen des M die dann in jedem Monate die ganze Oberfläche des Mo gleich wandernden Seen durchziehn. Auch wäre es lich, dafs eine immerwährende Verdampfung auf der le und eine Verdichtung auf der beschatteten Seite des M eine Art von Gleichgewicht der Temperatur erzeugten, durch wenigstens die Extreme derselben wieder gem werden könnten.

P. Atmosphäre des Mondes.

Die Astronomen haben sich lange nicht darüber ve gen können, ob der Mond eine Atmosphäre habe ode Gegen die Existenz derselben erklärten sich Lahire, and und Andere, vorzüglich aber Tob. Mayer; für dieselbe Dom. Cassini, Bianchini, Euler, Boscovich, Du Haller u. A., bis endlich in den neuesten Zeiten Sch das Daseyn einer Mondatmosphäre durch unmittelbare B achtungen nachgewiesen hat[1].

Wenn diese Beobachtungen die Existenz einer M atmosphäre aufser Zweifel gesetzt haben, so haben sie zugleich gezeigt, dafs sie von unserer Luft sehr versch

---

1 Das Werk, worin dieses geschehn ist und welches hie öfter angeführt werden wird, heifst: Selenotopographische Fra Von J. H. Schröter. Gött. 1791. 2 Bde. 4.

müsse, daſs sie viel feiner, reiner und trockner ist, als re irdische Atmosphäre. Wenn unsere oben mitgetheilte othese, daſs die Dünste des Monds von seiner beleuchte- Hälfte auf die Nachtseite geführt werden, der Wahrheit ls ist, so mag dieses zugleich die Ursache seyn, warum die *erleuchtete* Fläche des Mondes immer so hell und en erscheint.

Oft sieht man dieselbe Gegend des Monds, unter dem- n Erleuchtungswinkel von der Sonne und unter ganz densel- ıuſsern Verhältnissen, viel heiterer oder auch dunkler als , ja oft sieht man kleine Gegenstände gar nicht, die man früher klar und deutlich gesehn hat. Schröter führt ere solche Beobachtungen an und Gruithuisen will sehr Spuren ziehender Wolken auf der Oberfläche des Monds kt haben, was auch von Schröter an mehrern Orten Werkes bestätigt wird. Der erste dringt mit Nach- auf diesen Beweis für das Daseyn einer Atmosphäre des s, da sich, wie er sagt, ein geübter Beobachter dieses *elskörpers* die erwähnten Erscheinungen durchaus nicht erklären kann.

Venn der Mond auf seinem Wege am Himmel kleinen n begegnet, so fand Schröter [1], daſs diese Fixsterne lichtschwächer wurden, je näher sie, zwei oder drei unden vor dem Eintritte, dem Rande des Mondes ka- Ohne Zweifel ist die Atmosphäre des Mondes, wie die de, zunächst an der Oberfläche des Monds am dich- daher sie hier das Licht der Sterne am meisten ht. Bei Gelegenheit der Sonnenfinsterniſs am 5. Sept. and Schröter den eben in die Sonne tretenden Mond- icht schwarz, sondern nur grau, und diese graue Farbe nächst dem Mondrande am hellsten und ging gegen die les Monds zu stufenweise in ein immer tieferes Dun- r, woraus er ebenfalls auf die Existenz einer Mond- häre schlieſsen will. Den besten Beweis für das Da- iner Luftart auf dem Monde glaubte er aber in der *rung* zu finden, die sich auf dem Monde zeigen muſs, er in der That mit einer Atmosphäre umgeben ist. er suchte die Spuren einer solchen Dämmerung zu-

---

1. a. O. Th. I. S. 668. Th. II. S. 524.

nächst an der Lichtgrenze, wo die helle Seite des Mondes sich von der dunklen trennt und wo die Sonne eben auf- oder untergeht. Indeſs so oft er auch darauf ausging, so konnte diese Dämmerung in dem ganzen Verlaufe der Lichtgrenze nicht erblicken, wahrscheinlich weil das Licht der erleuchteten Seite das Auge zu sehr blendet, um einen so schwachen Lichtschimmer noch bemerken zu können. Allein am 24. Febr. 1792 fand er zufällig, auf welche Puncte der Lichtgrenze man sein Augenmerk richten müsse, wenn man diese schwache Dämmerung noch beobachten will. Es war eben nach dem Neumonde und der Mond hatte nur noch die Gestalt einer sehr feinen Sichel oder eines dünnen Silberfadens. Sein Teleskop zeigte ihm diesen Faden und besonders seine beiden Endpuncte, die sogenannten Hörnerspitzen, in der gröſsten Klarheit, aber dafür noch gar keine Spur von der übrigen dunklen Seite des Mondes oder von dem oben angeführten aschgrauen Lichte desselben. Auf einmal fing diese dunkle Seite an, sich zu entwickeln, aber nur an den beiden Hörnerspitzen und auch hier nur auf einige Grade von diesen Spitzen, während alles Uebrige der dunklen Seite noch völlig unsichtbar war. Diese Spitzen schienen jetzt in einem matten, grauen Lichte auszulaufen und dieses Licht wurde mit der Entfernung von den Spitzen stufenweise matter und schien an seinen entferntesten Enden sehr schwach begrenzt und gleichsam verwaschen zu seyn. Beide Spitzen hatten dieselbe Erscheinung und seine Messungen zeigten ihm die Länge dieses dämmernden Bogens gleich 1 Min. 20 Sec., so daſs sich derselbe nahe 20 geogr. Meilen über die Fläche des Mondes hin erstreckte. Einmal auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht wiederholte er die Beobachtung bei jedem günstigen Neumonde. Nachdem er sich nicht nur von dem Daseyn und den Dimensionen dieses Phänomens, sondern auch davon überzeugt hatte, daſs dasselbe nichts anderes, als eine wahre Dämmerung des Sonnenlichts in der Atmosphäre des Mondes seyn könne, ging er an die Berechnung der Höhe dieser Atmosphäre, diese letzte nämlich so hoch genommen, als sie noch das Licht für uns merkbar zu reflectiren im Stande ist[1]. Aus vielen solchen Berechnungen fand er im Mittel das Resultat, daſs die Höhe der

1 Vergl. Art. *Dämmerung*. Bd. II. S. 274.

iosphäre des Monds über der Oberfläche dieses Himmels-
ers 7880 Par. Fuſs, also nahe 0,345 einer geogr. Meile
ige, während die auf demselben Wege gefundene Höhe
Atmosphäre der Erde 8 bis 10 Meilen erreicht. Ueber
r Höhe von 0,345 Meilen ist ohne Zweifel auch noch
dluft, aber eine so dünne, daſs sie für unsere Augen kein
ienlicht mehr zurückwerfen kann, so daſs also auch die
sten Berggipfel des Mondes, die, wie wir bald sehn wer-
über eine Meile gehn, noch immer ihre atmosphärische
üllung haben werden.

Veitere Betrachtungen dieses Gegenstandes führten Schrö-
auf die Behauptung, daſs die Atmosphäre des Monds in
tiefsten Schichten 28mal weniger Dichtigkeit habe, als
e Atmosphäre der Oberfläche der Erde. Duséjour wollte
einer Berechnung der Sonnenfinsterniſs des Jahres 1764
den haben, daſs die Atmosphäre des Mondes die den
lrand berührenden Sonnenstrahlen um $4\frac{1}{2}$ Secunden bre-
der daſs die Horizontalrefraction auf dem Monde $4\frac{1}{2}$ Sec.
e, während sie bei uns auf 38 Minuten steigt. Nach
rhuisen beträgt diese Horizontalrefraction auf dem Mon-
$6' 18''$ und die Dichte der Mondluft 0,196 der
e unserer Atmosphäre, woraus er die Barometerhöhe auf
berfläche des Mondes zu $5\frac{1}{2}$ Zoll und bei diesem Ba-
erstande die Siedehitze des Wassers zu 48° Réaum. ab-
Der Astronom Th. Schubert in Petersburg nimmt
egentheile die Horizontalrefraction auf dem Monde nahe
einer Secunde an, aber man sieht, daſs alle diese An-
noch im hohen Grade ungewiſs sind und wahrschein-
uch noch lange bleiben werden. Begnügen wir uns da-
wenigstens die Existenz einer Mondatmosphäre durch
chtungen erwiesen zu sehn.

Beschaffenheit der Mondoberfläche.

Venn es, wie vorhin gesagt wurde, in der That Wol-
uf dem Monde giebt, so kann es wohl auch daselbst an
r, d. h. an einer unserm Wasser mehr oder weniger
ien Flüssigkeit, nicht fehlen. Schröter glaubt aus sei-
eobachtungen auf ein solches Wasser auf dem Monde
sen zu dürfen, obschon er gröſsere Seen, Flüsse u. dgl.

nie daselbst gesehn hat. Nach ihm ist der Mond keineswegs ein so ganz trockener, kreideartiger Körper, wie man ihn zu seinem Verdrusse so oft zu nennen pflegte. Das, was wir in der Topographie des Mondes *Meere* zu nennen pflegen, das *Mare Crisium*, das *Mare Foecunditatis* u. s. w. sind, seinen Beobachtungen zufolge, gewiſs keine Meere, aber sie mögen es in der Vorzeit gewesen seyn. Die Circellen die kleinen kreisförmigen Aushöhlungen, die man so häufig auf dem Boden dieser sogenannten Meere antrifft und die oft beträchtlich tief unter die äuſsere Fläche dieses Bodens sich herabsenken, sind selbst in ihren tiefsten Stellen noch immer ganz trocken, wie man deutlich zu der Zeit sehn soll, wo die Sonne ihr Inneres beleuchtet. An andern Stellen seines Werkes neigt er sich wieder mehr zu der Meinung hin, daſs alles Wasser auf dem Monde gänzlich fehle. Er finde, sagt er, nirgends eine nur etwas bedeutende Fläche, die vollkommen eben wäre. Was zuweilen ganz eben erscheint, sieht man zu andern Zeiten oft wieder mit kleinen Löchern oder Hügeln, mit Bergadern u. dgl. bedeckt, was wenigstens dann der Fall ist, wenn die zu untersuchende Stelle der Lichtgrenze sehr nahe kommt, wo dann die kleinen Erhabenheiten und Vertiefungen durch ihre Schatten deutlich hervortreten, die sie bei dem sehr niedrigen Stande der Sonne zu dieser Zeit hinter sich werfen. Auf jeden Fall, schlieſst er, ist das Wasser, wenn es überhaupt auf dem Monde existirt, nur in sehr geringer Menge vorhanden und wahrscheinlich auch von einer viel geringern Dichtigkeit, als unser irdisches Wasser. Selbst unter der äuſsersten Rinde des Mondes, meint er, wird man nicht viel von dieser Flüssigkeit voraussetzen dürfen, da auch die so häufigen und tiefen Gruben des Monds keine Spur desselben an ihrem Boden zeigen, während man bei uns an den meisten Stellen schon in einer geringen Tiefe oft Wasser findet, wie man an unsern Brunnen und Bergwerken sieht. GRUITHUISEN findet zwar überall auf dem Monde Anzeigen hoher Meere aus der Urzeit, die aber alle bis auf die letzten Spuren verschwunden sind. Auch sah derselbe selbst in den tiefsten Aushöhlungen, deren der Mond doch so viele hat, keine Spur von stehenden Gewässern, obgleich in ihnen neblige Bildungen nicht selten sind, die aber auch nach ihm eine Art Rauch seyn können. Doch fand er in geringern Tie-

wie in der Ringfläche des Schickard und Plato, nicht selten
Erscheinungen, die ihm auf Wasser zu deuten schienen. An
Wolken und Nebeln aber soll, nach GRUITHUISEN, nicht
weiter zu zweifeln seyn, daher es auch auf dem Monde wohl
keinen Regen, aber doch Thau geben mag, aus dem dann
auch wohl an manchen Orten kleine Wassersammlungen, selbst
bachähnliche Wasserleitungen, entstehn mögen. Nach allem
Vorhergehenden wird es wohl am gerathensten seyn, die de-
finitive Beantwortung dieser Frage künftigen Beobachtungen
zu überlassen.

Mehrere Beobachter haben auf der Oberfläche des Mon-
des Spuren von Feuer gefunden. So sahen VILLENEUVE und
LOUET im J. 1787 nahe bei dem Flecken Heraclides in der
Nachtseite des Monds einen hellen Punct, gleich einem Fix-
stern der sechsten Gröfse, dessen Licht von Zeit zu Zeit an
Intensität ab- und zuzunehmen schien. PIAZZI sah oft hell-
leuchtende Puncte zur Zeit des Neumonds auf der Oberflä-
che dieses Satelliten und er hielt sie für selenitische Brände.
HERSCHEL sah im April 1787 in der Nachtseite des Monds
drei Lichtflecken, deren jeder nahe eine halbe geogr. Meile im
Durchmesser hatte, und er glaubte, dafs es Eruptionen von
Mondvulcanen wären. Dieselbe Meinung hegte SCHRÖTER[1]
von einem ähnlichen Lichte, das er in der Nachtseite des
Monds gesehn hatte, während er ein anderes, im *Mare Va-
poris* beobachtetes Licht für eine Feuersbrunst erklärte. Am
5. October 1789 bemerkte er in der Nachtseite des Monds
und zwar im *Mare Imbrium* mehrere Lichtfunken, von wel-
chen jeder die Helligkeit der erleuchteten Mondfläche hatte,
und als diese Funken ihren Weg über die halbe Scheibe des
Monds zurückgelegt hatten, kam ein zweiter ähnlicher „Licht-
sprudel" nach, welcher in derselben Richtung über den Mond
hinzog. Nach der beigefügten Zeichnung bestand jeder dieser
Lichtsprudel aus etwa zwanzig einzelnen Funken, deren jeder
im Durchmesser 0,4 einer Secunde oder 2250 Par. Fufs haben
mochte. GRUITHUISEN hält sie aber für Fragmente einer kurz
zuvor geplatzten Feuerkugel, deren Trümmer zwischen der
Erde und dem Monde vorbeiflogen. Am 3. Mai 1715 sah

1 A. a. O. Th. I. S. 592. Taf. 40. Fig. 6.

Louville[1] in London zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterni eine einem Blitze ähnliche Erscheinung über den Mond zieh; andere Beobachter derselben Erscheinung vergleichen sie mit einem fortbrennenden Pulvergange, der eine Mine anzu den soll. Auch dieses Phänomen hält Gruithuisen für v einer Feuerkugel verursacht. Man mufs bedauern, dafs meisten dieser Erscheinungen nicht umständlich und genau nug beschrieben worden sind, um daraus mit einiger Wa lichkeit Schlüsse ziehn zu können.

Dieser Gegenstand leitet übrigens gleichsam von se auf die *Vulcane*, von denen man immer so viele im Mo gesehn haben will. Schröter scheint nicht zu zweifeln, d dieses wirkliche, wenn auch jetzt schon gröfstentheils erlo schene Vulcane sind. Der blofse Anblick des Monds, sa er, zeigt schon, dafs es hier in der Vorzeit sehr viele und gewaltige vulcanische Eruptionen gegeben hat und zwar meh rere sehr ausgebreitete und zu verschiedenen Epochen wie dergekommene Eruptionen. Nach ihm müssen es ganz unge heuere innere Kräfte gewesen seyn, welche die Berge des Mondes auf so grofse Höhen getrieben und aus mehreren ihnen Vulcane gebildet haben, deren Krater 15, 20, ja selb 30 geogr. Meilen im Durchmesser hat, wahre Giganten geg unseren Aetna und Vesuv, deren Krater nur eine Oeffnung bei jenem von 4000 und bei diesem von 1800 Fufs hat. Gruithuisen im Gegentheile findet überall auf dem Monde keine Spur vulcanischen Formationen, kein Anzeichen von einem eige lichen Krater, dafür tritt ihm desto deutlicher die Diluvialfor mation beim Monde auf, indem er überall nur angeschwemmtes Land sieht. Die vielen Ringgebirge sind ihm durch das Ein schlagen von kugelartigen Weltkörpern in die anfänglich noch weiche Masse des Mondes entstanden, die sich in die Tiefe des Monds versenkt und jene runden Höhlen zurückgelassen haben. Man sieht, dafs wir uns begnügen, die Ansichten zweier so ausgezeichneter Beobachter des Mondes nebeneinander aufgestellt zu haben.

Schon der erste Anblick des Mondes durch ein gutes Fernrohr zeigt uns eine grofse Anzahl von Flecken, die sich zum Theil als Berge, als Thäler und Schluchten oder

1 Mém. de Paris. 1715. p. 96. u. 126.

se, als sehr weit verbreitete Ebenen deutlich erkennen
n. Diese Gegenstände lassen sich zweckmäfsig unter fol-
le Abtheilungen bringen.

I. *Ringgebirge* oder *Wallebenen*. So nennt man die
dem Monde so häufig vorkommenden Flächen, die rings-
von einer meistens kreisförmigen Gebirgsreihe kranzartig
eben sind. Die innere, von diesen Gebirgen eingeschlos-
Fläche ist meistens convex oder gewölbartig aufgetrieben
an mehrern Stellen mit kleinen Bergen oder Löchern be-
. Diese innere Fläche hat oft einen scheinbaren Durch-
er von einer, von zwei und selbst von mehrern Bogen-
ten. Da aber eine Bogenminute, auf der Mitte der uns
baren Mondscheibe, nahe 15 geogr. Meilen beträgt, so ist
Durchmesser dieser kreisförmigen Wallebenen oft 15, 30
mehr Meilen. In der diesem Artikel beigelegten General-
: des Monds findet man eine grofse Anzahl dieser Ring- Fig. 337.
rge, z. B. Ptolemäus, Alphons, Arzachel, Plato, Archi-
es u. s. w. So beträgt die von dem Gebirgskranze des
emäus eingeschlossene Kreisfläche, da sie einen Durch-
ser von 12 Meilen hat, volle 144 Quadratmeilen und diese
he enthält nur wenige kleinere Unebenheiten, mit Aus-
ne eines nicht eben beträchtlichen Kraters, den man an der
Seite der Wallebene abgebildet sieht. Der diese Fläche
ebende Gebirgskranz besteht aus vielen einzelnen, oft dicht
inander gereihten Bergen, von welchen die höchsten über
) Par. Fufs haben. An der Nordseite des Kranzes sieht
zwei gröfsere Krater, von welchen der eine noch bei-
: ganz in dem Kranze liegt und bei seinem trichterför-
en Bau eine Tiefe von mehr als 7000 Fufs hat. Auch
) und Newton, die man in den beigelegten Zeichnungen Fig. 338, 339. u. 340.
gröfsern Mafsstabe abgebildet sieht, sind solche Wallebe-
oder Ringgebirge.

II. *Krater*. So nennt man diejenigen, meistens eben-
von einem kreis- oder ellipsenartigen Ringgebirge um-
ossenen Flächen, deren Krümmung gegen die übrige
dfläche concav oder vertieft ist, so dafs diese Ringgebirge
hohle, becher- oder kesselförmige Fläche begrenzen, die
hrem obern oder gröfsten Durchmesser meistens viel kleiner
als die Fläche der Wallebenen, da sie gewöhnlich nur
oder einige wenige Meilen im Durchmesser hat. In dem

Innern dieser kesselartigen Vertiefungen, wenn sie nicht zu
sind, findet man oft einen kegelartigen Centralberg und
wohl noch mehrere andere kleinere Berge zerstreut. E
Fig. 341. solchen Krater findet man in der Karte unter den Namen
truv und Plinius abgebildet, während die mit L und M
bezeichneten Gegenstände Wallebenen sind und zur
Classe gehören. Auch von diesen Kratern giebt es sehr
selbst gröfsere, auf dem Monde, während die Anzahl de
neren ins Unendliche zu gehn scheint, wie denn scho
kleinere Karte bei m, m, m... eine sehr grofse Meng
selben zeigt, die bald isolirt in gröfseren Flächen, bald
mitten in andern Gebirgen, besonders in den Kranzge
der Wallebenen und selbst der gröfseren Krater steh
Fig. 340. sind dergleichen Krater bei a und b und
kleine bei n, n, n.. abgebildet.

III. *Kettengebirge*, an einander hängende Berge,
einer meistens gekrümmten Richtung über die Mondfläche
ziehn, ohne einen gegebenen Raum einzuschliefsen, wä
sie zugleich die mannigfaltigsten Thäler zwischen sich
Eines der gröfsten dieser Kettengebirge sieht man in de
neralkarte auf der Westseite von Cassini, Aristipp und
licus bis zu Eratosthenes eine Strecke von mehr als 20
len fortlaufend. Der südlichste Theil dieser Kette hei
Apenninische Gebirge. Kleinere Kettengebirge sieht
Fig. 340. bei m m und das gabelförmige bei p p.

IV. *Bergkegel* sind, wie schon ihr Name sagt,
förmige Berge, die isolirt in der sie umgebenden Ebene
uud sich meistens sehr schroff über dieselbe erheben.
her gehören auch alle übrigen isolirten Berge, wenn
nicht genau die Gestalt eines Kegels haben. Dergleich
man in Fig. 338. bei t, m, q und rings um B, ebenso
339. bei k, c und f und endlich in Fig. 340. bei f

V. *Rillen* oder *Bergadern*, schlangenartige Vert
oder auch zuweilen Erhöhungen von geringer Breite,
sehr grofser Länge, unseren Thalwegen, ausgetrockneten
betten oder Strafsen ähnlich. Gewöhnlich führen sie
nem Krater zum andern. Eine sehr ausgezeichnete
in Fig. 338. von dem Ringgebirge Newton über
nach einem Bergkegel m und über n, l, o, p gegen
laufen. Die Generalkarte zeigt noch gröfsere solcher

onders in dem *Mare Serenitatis* und im südlichen Theile *Mare imbrium.*

VI. *Schluchten* oder *Löcher* sind meistens sehr tiefe senkungen, deren oberste Oeffnung gewöhnlich kreisrund Mehrere unter ihnen sind sehr grofs, so dafs der Durchser ihrer obern Oeffnung zehn, zwanzig und mehr Meilen ihre Tiefe eine halbe, ja zuweilen selbst fast eine ganze le beträgt. Sie finden sich wohl auch in Ebenen, doch stens in Bergen eingesenkt, aber ohne, wie die Ringgee und Krater, mit einem aufgeworfenen Walle umgeben seyn. Ihre Vertiefungen sind meistens becken- oder trichrtig ausgehöhlt. Dergleichen Schluchten sieht man in Fig. . am südwestlichen Rande des Plato bei g und in der te des Montblanc, wo sie, so lange die Sonne nicht senkit über ihrer Oeffnung steht, wie ganz schwarze Kreise heinen.

VII. Endlich die sogenannten *Meere* oder weitverbreitete nen, die nur da und dort zerstreute Berge, Klüfte oder en haben. Ein solches ist das *Mare Imbrium* im grofsen sstabe, obschon nur dessen nördlicher Theil, in den Char-Fig. 338, 339 und 340. In der Generalcharte erscheinen als grofse, dunkelgraue Flecken, wie das *Mare Crisium, re Foecunditatis, Tranquillitatis, Serenitatis* u. s. w. Hiergehört auch der *Oceanus procellarum* auf der Ostseite des nds, der *Sinus epidemiarum* westlich von dem *Mare huum,* der *Sinus iridum* im NO. des *Mare imbrium*, der *is somniorum* westlich von Posidonius u. s. w. Gruitssen unterscheidet von diesen Ebenen mehrere Arten.

A. Diejenigen, die schon bei ihrem Sonnenaufgang sehr kelgrau erscheinen, gleich unsern Wäldern von Nadelholz. sind meistens von nur geringer Ausdehnung von zwei bis Quadratmeilen, wie z. B. der Flecken Schröter, Rheticus, lius u. a.

B. Die zweite Art von Flächen erscheint kurz vor der t, wo die Sonne über ihnen aufgeht, in einer bleichen Farbe endlich bei Sonnenaufgang selbst ganz bleich, aber sie den, je länger die Sonne über ihnen steht, desto dunkler, sie, acht oder zehn Tage nach ihrem Sonnenaufgang, ganz warzgrau werden. Hieher gehört der Flecken Timäus,

Hercules, Mercur, Zoroaster, die Mitte Grimaldi's und [die] innere Wallebene des Alphonsus, des Cleomedes u. s. f.

C. Die dritte Art bilden diejenigen Flächen, die bei Son[-]nenaufgang mit einem dünnen Nebel überzogen sind, der [aber] bald darauf verschwindet, wo dann die Ebenen selbst [sehr] blafst erscheinen, jedoch allmälig sich ins Dunkle färben, [je] länger die Sonne über ihnen steht. Gegen ihren Sonnenu[nter-]gang fangen sie wieder an zu erblassen. Am deutlichsten [sieht] man diese Aenderung ihres Aussehens bei den um den Ae[qua-]tor liegenden Ebenen dieser Art, weniger klar aber an [den] Polarebenen. GRUITHUISEN hält diese und die Flecken B [für] mit Pflanzen bedeckte Flächen, deren Gewächse erst bei Son[-]nenaufgang entstehn und bei Sonnenuntergang wieder verg[ehn]. Ueberhaupt soll man die graue Farbe von dem Aequator [zu] beiden Seiten bis zur Breite von ± 50° vorherrschend fin[den], näher nach den beiden Polen hin wird sie immer selt[ner]. Hierher gehört z. B. das *Mare Imbrium*, *Vaporum*, *N[ubium]*, *Serenitatis* u. s. w.

Auch bei den oben unter No. V. erwähnten Rillen un[-]terscheidet GRUITHUISEN vorzüglich zwei Gattungen. *A. Fl[ufs-]bettartige Gebilde*, die ihm Strafsen zu seyn scheinen. [Hier-]hin gehört die Rille, welche in SSO. bei Triesnecker ent[springt] und im *Mare Vaporum* mit sieben Flufsarmen endet; die [zwei] Rillen, die im Agrippa entspringen und in der Kluft des Hy[-]ginus enden u. s. f. *B. Geräumte*, wie er jene *geradlinigen* Rillen meistens von beträchtlicher Breite nennt, die immer in dunkelgrauen Gegenden getroffen werden, gleich Wald[-]alleen, die durch grofse Wälder führen. Sie bestehn aus senk[-]rechten Einfurchungen in die sie umgebenden Flächen von [...] bis 80 Fufs Tiefe, völlig ohne Seitenwall und nur dann [...] sichtbar, wenn die Sonne eben über ihnen auf- oder unter[-]geht. Gewöhnlich führen sie zu ausgezeichneten Bergen oder Wallgebirgen oder zu Klüften. Man sieht ein solches Ge[-]räumte, das die Form des Buchstabens T hat, in der Ri[ng-]ebene des Posidonius; ein anderes führt von Eratosthenes [zum] Copernicus u. s. w. Wieder andere durchschneiden sich [und] geben das Ansehn eines mit Absicht angelegten Canals, wie z. B. die Geräumte südlich vom Agrippa oder die zw[ei] südlich am Bullialdus liegenden Rillen u. s. w.

Schröter ist der Ansicht, dafs alle diese Gebilde auf
Oberfläche des Mondes, die so häufig sind und von gro-
Zerstörungen in der Vorzeit zeugen, zu einer Epoche
tanden seyn müssen, wo die Masse des Mondes schon
t mehr weich oder hinlänglich mit Wasser gemischt ge-
en ist, während im Gegentheile die Gebirge unserer
offenbar aus einer sehr weichen Masse durch Diluvial-
ation entstanden seyn sollen. Auf dem Monde aber hät-
innere vulcanische Kräfte oder Dämpfe die bereits erhär-
Masse in die Höhe gehoben, wobei diese Masse durch
grofse Erhitzung an vielen Stellen in Flufs gerathen sey
so durch Schmelzung jene regelmäfsigen Gestalten gebil-
habe, deren wir jetzt so viele auf dem Monde finden.
weifelt daher nicht weiter daran, dafs die Vulcane in der
eit auf der Oberfläche des Mondes viel thätiger gewesen
als auf unserer Erde. Auch soll man deutlich sehn, dafs
t blofs eine, sondern mehrere allgemeine Revolutionen
dem Monde zu verschiedenen Epochen statt gehabt haben,
r man so häufig in den Ringgebirgen und Kraterumge-
gen wieder neue, kleinere Krater finde, die von einer
nation in späteren Zeiten kommen. Schröter giebt ferner
ine allgemeine Bemerkung an, dafs alle Ringgebirge und
er von grofsem Durchmesser nie sehr hoch sind, während
Wälle der kleinern Krater oft eine bedeutende Höhe ha-
die höchsten Berge des Mondes aber finde man immer
in den nicht kraterhaltigen Gebirgen. So gehn die Berge
en Wällen der Ringgebirge nicht leicht über 9000 Fufs,
rend der Montblanc bis zu einer Höhe von 12000, Leib-
und Dörfel sogar bis 25000 Fufs heransteigen. Schröter
it, dafs bei jenen grofsen Revolutionen, welche dem Mon-
eine gegenwärtige Gestalt gegeben haben, diese höchsten
e dadurch entstanden sind, dafs bei ihnen die innere ela-
he Kraft zu keinem Durchbruche kam, also keinen ei-
lichen Krater, sondern nur eine grofse Aufschwellung des
ns erzeugte. In der That haben auch eben diejenigen
nden, welche mit den höchsten Gebirgen versehn sind,
wenigsten Krater. Ebenso sind umgekehrt in allen kra-
ichen Gegenden auch die meisten Bergadern und Rillen
sehn und diese letzteren laufen beinahe immer nur von
n Krater zum andern. Diese Rillen bezeichnen also gleich-

sam den Weg, welchen die innern Kräfte nahmen, gleich un-
sern Maulwurfswegen, indem sie, so lange diese Kräfte hin-
länglichen Widerstand fanden, bloſs die Erde über ihnen
hoben, wenn sie aber zu alten Kratern kamen, über d
Oberfläche hervor brachen und auch wohl, neben jenen, ei
der neue Krater bildeten, daher man diese so oft und
groſser Nähe bei jenen sieht. Bemerken wir noch mit Schrö-
ter, daſs die *innere* Fläche der Ringgebirge, wie bereits
gesagt wurde, *convex* und gleichsam blasenartig aufge
erscheint, zum Zeichen, daſs auch hier noch eine
Kraft thätig war, aber daſs sie nicht zum Ausbruche k
konnte.

Die oben erwähnten Kettengebirge laufen häufig
nem gemeinschaftlichen Mittelpuncte strahlenartig nach
rern Seiten aus und bilden eine Gattung von Stern.
zeichnete Gebilde dieser Art und im gröſsten Style findet
bei Tycho, Kepler, Copernicus u. A. Das eigentlich
rakteristische aber in dem Baue der Oberfläche dieses
melskörpers ist immer der Ringgebirgstypus. Die von
ringsum eingeschlossenen Flächen oder die Wallebenen
ebenso die Krater, welche beide Bildungen bei weitem
zahlreichsten unter allen übrigen auf dem Monde vorkom
sind durchaus von kreisförmiger oder doch von elliptische
stalt, welche letztere aber öfter nur scheinbar ist, wenn
der Kreis näher am Rande des Mondes steht, wo er
ner schiefen Lage wegen, als eine Ellipse sich darstellen
Auf unserer Erde ist diese Kreisbildung der Berge und
wohl nur selten, obwohl solche in einzelnen Gegenden
kommen, wie man z. B. in Breislak's Charte von den
gebungen Neapels und den Campi Phlegräi und in D
rest's Charte vom Puy de Dôme in der Auvergne sieht

Bei den Gebirgen, mit welchen der Mond ganz
ist, fällt vor allem die ungemeine Höhe derselben au
Berge in Quito steigen bis zu einer Höhe von 2
Fuſs und die des Himalajagebirgs bis 24000 Par. Fuſs
Höhe der letztern beträgt also nahe den 820sten Th
Halbmessers der Erde. Allein in dem viel kleinern
giebt es Berge, wie Leibnitz, Dörfel, d'Alembert und
die sich nahe ebenso hoch, wie der Himalaja, über d
umgebende Fläche erheben. Da aber der Halbmesser

nds nur 235 geogr. Meilen oder 5367900 Par. Fuſs beträgt, ist die Höhe dieser Mondberge schon der 223ste Theil des lbmessers des Mondes, so daſs demnach, in Beziehung auf Halbmesser dieser beiden Weltkörper, die Berge des nds ebenfalls $\frac{11}{3}$ oder nahe viermal gröſser sind, als die Erde.

Dabei erscheint es merkwürdig, daſs bei dem Monde, wie allen Planeten, die meisten höchsten Berge immer nur in südlichen Hemisphäre angetroffen werden. Schröter hat ıelbe auch bei Mercur und Venus gefunden, und auf der ıus besonders einen Berg, dessen Höhe über sechs geogr. ılen, also nahe siebenmal mehr als die Höhe des Chimıço beträgt.

Hier folgt ein Verzeichniſs der vorzüglichsten Berge des ıds, wie sie Schröter gemessen hat. Die zweite Cone giebt die Höhe in Par. Fuſs und die dritte den Durchser der Basis des Berges in geogr. Meilen. Das Gebirge ɔnitz hat vier und Dörfel drei ausgezeichnete Bergkuppen, hier durch römische Zahlen unterschieden sind.

Iöhen der Ringgebirge im Ganzen oder im Mittel aus dem Contour genommen.

	Höhe		Basisdurchmesser	
ıristill	6600	Par. Fuſs . .	10	□ Meil.
ıutolycus	5400	— . . .	6	—
ırchimedes	4800	— . . .	13	—
'lato, Aristarch, Newton	3000	— . .	—	—
Ianilius, Heraklides . .	1800	— . .	—	—

ıusgezeichnete Höhen einiger einzelnen Bergkuppen mitten in den Ringgebirgen.

	Höhe		Basisdurchmesser	
Lacaille . .	10200	Par. Fuſs . .	6	□ Meil.
Eratosthenes .	9000	— . .	7	—
Plato . . .	8400	— . .	15	—
Archimedes . .	6600	— . .	13	—

In Ebenen stehende, isolirte hohe Berge.

	Höhe	Basisdurchmesser
Leibnitz I	25200 Par. Fufs . .	8 □ Meil.
— II	25000 — . . .	10 —
— III	24600 — . . .	7 —
— IV	24000 — . . .	5 —
Dörfel I	25100 — . . .	6 —
— II	24600 — . . .	13 —
— III	23400 — . . .	6 —
Huyghens	19800 — . . .	9 —
Calippus orientalis . .	15600 — . . .	5 —
Bradley	14600 — . . .	4 —
Montblanc	13200 — . . .	3 —
Hadley	12600 — . . .	2 —
Wolff	11400 — . . .	8 —
Purbach	10200 — . . .	2 —

Einzelne Centralberge in der Mitte von Wallebenen.

	Höhe	Basisdurchmesser
Im Pythagoras . .	6000 Par. Fufs	3 □ Meil.
Im Albategnius . .	5400 —	2 —
Im Walther . . .	4800 —	2 —
Im Argaihel . . .	3100 —	2 —
Im Alphonsus . .	3000 —	3 —

Von den zwei höchsten Bergen liegt Leibnitz nahe am lichsten Rande des Monds, zwanzig Grade über Maginus, Dörfel liegt nahe in derselben Breite mit Leibnitz, drei G westlicher; beide also liegen nahe an dem südlichen R des Monds. Man hat häufig behauptet, dafs der äu Rand des Monds keine Berge, die über diesen Rand h ragen, enthalte, allein man sieht sie nur mit gewöhnl Fernröhren nicht leicht, aufser bei Sonnenfinsternissen, w dunkle Mondscheibe auf dem hellen Hintergrunde der S diese Randgebirge sehr deutlich zeigt. So sah Schröter der Sonnenfinsternifs des 5. Sept. 1793, bei dem Eintri Monds in die Sonne, den schwarzen Mondrand sehr zackt und mit hohen Bergen versehn, die bis $3\frac{1}{2}$ Se über den Mondrand hervorragten und also eine Höhe v einer geogr. Meile hatten. Diese Berge gehörten zu den

e, welches er mit dem Namen Dörfel bezeichnet hat. Wir
len bald unten auch von Höhlen und Klüften reden, die
in dem äufsersten Rande des Mondes finden.

Hier wird es angemessen seyn, noch etwas über die Me-
e zu sagen, wie die Höhe der Mondberge gemessen wer-
kann. Die erste und einfachste haben wir so eben ken-
gelernt, wenn man nämlich die Höhe eines Randberges
Zeit einer Sonnenfinsternifs oder wenn man mit dem Mi-
eter den Winkel mifst, welchen eine solche Hervorra-
in dem Auge des Beobachters macht. Da bereits be-
ist, dafs jede Raumsecunde einer solchen Beobachtung
em Monde 5622 Par. Fufs oder 0,245 einer geogr. Meile
t, so erhält man dadurch auch unmittelbar die Höhe des
s, vorausgesetzt dafs diese Höhe auf der Gesichtslinie
eobachters senkrecht steht. Man sieht, dafs durch diese
de die Höhen der Berge in den meisten Fällen zu klein
en müssen.

ehmen wir nach einer zweiten Methode an, dafs der
A in der dunklen Hälfte BaD des Mondes eben sei- Fig. 342.
pfel A von der Sonne in ☉ beleuchtet erhalte, so dafs
e Linie ☉BA eine Tangente des Kreises in B ist. Ist
BC = aC = r der Halbmesser des Mondes in Theilen
brauchten Mikrometers und BA = d die mit demselben
ieter gemessene Entfernung des Gipfels A von der
enze BCD und endlich Aa = H die gesuchte Höhe
ges, so hat man in dem bei B rechtwinkligen Dreiecke

$$(r + H)^2 = r^2 + d^2,$$

man also die Gröfse H finden kann. Dieses Verfah-
den Nachtheil, dafs es nur in der Nähe der Quadra-
raucht werden kann, und dafs sich die Gröfse d nicht
läfst, wenn andere Berge zwischen A und D liegen,
dem Monde so oft der Fall ist.

folgende dritte Methode ist von diesen Beschränkun-
i. Sey für die Zeit der Beobachtung ☾ die Länge
lie Breite des Mondes, so wie ☉ die Länge der Sonne
er Halbmesser des Monds in Theilen des Mikrometers.
e gemessene senkrechte Distanz des Berges f von der
nze DFE in denselben Theilen des Mikrometers aus- Fig. 343.
t und h die Höhe der Sonne über dem Gipfel des Ber-
d bezeichnen wir durch d′ und h′ dieselben Gröfsen

für das Schattenende des Berges, so findet man die gesuchte Höhe H des Berges durch folgende Ausdrücke:

$$\text{Cos.}\,\Delta = \text{Cos.}\,(☾ - ⊙)\,\text{Cos.}\,\beta,$$

$$\text{Sin.}\,h = \frac{d}{r\,\text{Sin.}\,\Delta},\quad \text{Sin.}\,h' = \frac{d'}{r\,\text{Sin.}\,\Delta},$$

$$\frac{H}{r} = \frac{\text{Cos.}\,h'}{\text{Cos.}\,h} - 1.$$

Ist aber, wie gewöhnlich, der Abstand des Berges von der Lichtgrenze nur klein, so sind auch h und h' nur geringe Gröſsen und daher

$$\frac{\text{Cos.}\,h'}{\text{Cos.}\,h} - 1 = \frac{2\,\text{Sin.}\,\frac{h+h'}{2}\,\text{Sin.}\,\frac{h-h'}{2}}{\text{Cos.}\,h} = (h - h')\,\text{Tang.}\,h$$

und auſserdem

$$h - h' = \frac{d - d'}{r\,\text{Sin.}\,\Delta},$$

so daſs man daher folgende Ausdrücke hat:

$$\text{Cos.}\,\Delta = \text{Cos.}\,(☾ - ⊙)\,\text{Cos.}\,\beta,\quad \text{Sin.}\,h = \frac{d}{r\,\text{Sin.}\,\Delta}$$

und

$$H = (d - d')\,\frac{\text{Tang.}\,h}{\text{Sin.}\,\Delta},$$

wo demnach $(d - d')$ die gemessene Länge des Schattens bezeichnet. Ist der Mond endlich sehr nahe an seiner Quadratur, so ist auch sehr nahe $\Delta = 90°$ und daher sofort

$$\frac{H}{r} = \frac{(d - d')}{r}\,\text{Tang.}\,h.$$

Um darauf ein Beispiel anzuwenden, so beobachtete Schröter am 8. October 1788 den felsenähnlichen Pico im südlichen Theile des Walles von Plato. Für den Anfang des Schattens oder für die Spitze des Berges wurde gefunden $d = 22$ und für das Ende des Schattens $d' = 18$ Mikrometertheile, während der Halbmesser des Monds $r = 222{,}25$ solcher Mikrometertheile betrug. Weiter war für die Zeit dieser Beobachtung $⊙ = 196°\,5'$, $☾ = 303°\,7'$ und $\beta = +\,4°\,30'$, so daſs man also hat $\Delta = 106°\,58'$, $h = 5°\,56'$, $h' = 4°\,51'$ und $\frac{H}{r} = 0{,}0018$, oder die gesuchte Höhe des Berges betrug 0,00[illegible]

ndhalbmesser, denselben zu 234 Meilen oder 5345030 Par.
's genommen, d. h. also H = 9621 Par. Fuſs.

Nach den abgekürzten Formeln ist $d - d' = 4$, $h = 5^0\,56'$, auch

$$\begin{aligned} \text{Log.}(d-d') &= 0{,}60206 \\ \text{Log. Tang. } h &= \underline{9{,}01673} \\ & 9{,}61879\text{,} \\ \text{Log. } r \text{ Sin. } \Delta &= \underline{2{,}32751} \\ & 7{,}29128 \end{aligned}$$

$$\frac{H}{r} = 0{,}0019,$$

wie zuvor. Um sich von dem vorhergehenden Aus-
e für $\frac{H}{r}$ Rechenschaft zu geben, sey $Aa = H$ die Höhe erges und BA die Richtung nach der Sonne ⊙, so ist $= 90^0 - h$ und $ABC = 90^0 + h'$, also auch $AC = BC \cdot \frac{\text{Cos. } h'}{\text{Cos. } h}$

Fig. 344.

$H + r = r\,\frac{\text{Cos. } h'}{\text{Cos. } h}$, wie zuvor.

o wie die Berge des Monds sich durch ihre Höhe aus-
en, so werden auch mehrere Löcher in demselben von
ıngewöhnlicher Tiefe gefunden. Die folgende kleine Ta-
bt die merkwürdigsten derselben. Die erste Columne
die Tiefe in Par. Fuſs und die zweite die Durch-
ihrer obersten Oeffnung in geogr. Meilen.

	Tiefe	...	Durchmesser
rt, Manilius, Calippus, ini, Euler, Autolycus	... 9000 Par. Fuſs	..	$2\frac{1}{2}$ bis 3 Meil.
, Thebit, Pytheas ...	11000	—	.. 7
ı occidentalis	13000	—	.. 4
lli	18000	—	.. $3\frac{1}{2}$

TER fand selbst den untersten Boden dieser tiefen Be-
so oft er von der Sonne beschienen wurde, immer leer
er Feuchtigkeit. Uebrigens giebt es noch eine groſse
solcher tiefer, trichterartiger Höhlen auf dem Monde.
SCHRÖTER am 20. Nov. 1791 in dem östlichen, völ-
arf beleuchteten Mondrande einen groſsen Ausschnitt
von Mersennius und nahe 5 Minuten südlich von Gri-
dessen Tiefe über 16000 Par. Fuſs betrug. Am 15

Februar 1792 sah er diese grofse Randöffnung wieder und überzeugte sich, dafs es gewifs kein bloſser dunkler Flecke sey. Ueberhaupt sind diese Vertiefungen, so wie die Berge am beleuchteten Mondrande nicht so selten, als man wohl früher, bloſs auf das Zeugniſs von schwächern Fernröhren hin, glaubte. Der zweite Theil des erwähnten Werks von Schröter enthält sehr viele Beobachtungen dieser Art.

Hierher gehört auch das sonderbare *Loch im Monde*, das der spanische Admiral Don Ulloa bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsterniſs des 14. Juni 1778 zur See beobachtet hat[1]. Kurz vor dem Ende dieser totalen Sonnenfinsterniſs sah er, während einer Zeit von etwa 1¼ Minute, einen sehr kleinen lichten Punct der Sonne innerhalb des Mondrandes, der ganz einem Sterne der dritten Gröſse glich. Dieser Punct hatte durch ein Dampfglas besehn, gleiche Lichtstärke und Farbe mit dem Sonnenlichte. Don Ulloa schlieſst aus dieser Beobachtung, daſs der Mond an dieser Stelle, innerhalb seines Randes, ein Loch haben müsse, durch welches er die hinter dem Monde stehende Sonne scheinen sah. Beim Vollmonde, sagt er, könne man diese Oeffnung allerdings nicht sehn, weil sich die reflectirten Sonnenstrahlen nach allen Richtungen durchkreuzen und so gleichsam das Loch unsichtbar machen. Dieser leuchtende Punct befand sich am nordwestlichen Mondrande ein wenig mehr gegen Norden, als der Punct, wo die Sonne am Ende der totalen Finsterniſs zuerst wieder sichtbar wurde. Schröter[3] hält dieses vermeintliche Loch für eine der oben erwähnten Eintiefungen des Mondrandes, durch welche die Sonne bei ihrem Austritte aus der totalen Verfinsterung zuerst wieder als ein kleiner heller Punct sichtbar wurde, während alles Uebrige der Sonnenscheibe vom Monde noch bedeckt war. Schröter fand auch in der Nacht am 26. Dec. 1794 einen solchen Einschnitt am nordwestlichen Mondrande westlich von Thales und er nannte ihn deswegen Don Ulloa. Diese Einsenkungen sind aber durchaus keine Kraterbecken, denn diese würden am Rande des Mondes nicht auf diese Weise erscheinen können, sondern

---

1 Mém. de Berlin. 1778. Journ. des Savans. 1780. Juin.
2 Berlin. Jahrbuch 1781. Th. II. S. 161.
3 A. a. O. Th. II. S. 886.

d wahre Einschnitte der Oberfläche, ohne Randgebirge um
i zu haben; es sind Thäler, die unter die allgemeine Ku-
läche des Mondes eingesenkt sind. Wenn sie in ihrer
ge zufällig gegen unser Auge gerichtet sind, erscheinen sie
Löcher des Randes, aber nicht innerhalb desselben oder
dem Rande selbst noch umgeben, was offenbar nur durch
optische Täuschung bei Ulloa bewirkt wurde. Ohne
ifel giebt es auch innerhalb des Randes, näher bei dem
elpuncte des Mondes, noch mehrere solcher Vertiefungen,
können sie nur dort nicht mehr so gut sehn. Aber ein
liches, durch den ganzen Mond gehendes Loch anzu-
en ist doch gewiſs gar zu sonderbar und ein solches kann
gstens auf die Autorität eines einzigen Beobachters hin
angenommen werden.

Es wäre interessant zu wissen, ob auf dem Monde auch
noch Veränderungen vor sich gehn, neue Vulcane oder
entstehn u. dgl., wie auf unserer Erde wohl der Fall
Allein unsere genaueren Beobachtungen dieses Satelliten
noch zu jung, um seine gegenwärtige Gestalt mit jener
ichen zu können, die er in der Vorzeit gehabt haben
Wenn uns die alten Aegyptier oder Chaldäer eine
harte überlassen hätten, so würden wir wahrscheinlich
anchen Monte nuovo auf dem Monde zählen. Indeſs
s uns nicht ganz an deutlichen Spuren von solchen Ver-
ngen. Schon Dom. Cassini beobachtete im October
einen ganz neuen, zuvor ungesehenen groſsen weiſsen
n zwischen Pilatus und Walther. Der ältere Herschel
4. Mai 1783 einen hellleuchtenden Punct in der dunk-
te des Monds und von diesem Tage bis zum 13. Mai
auf derselben Stelle zwei neue Berge entstehn. Eben-
er im J. 1787 am 19. April in der dunklen Seite des
ein helles Licht, das er einem neu entstandenen Vul-
schrieb. Am 27. Aug. 1788 sah Schröter in der
ene des Hevelius einen runden schwarzen Flecken, den
r nie gesehn hatte, den er lange Zeit verfolgte und
s für einen neuen Krater hielt. Anfangs erschien er
tiefe Einsenkung, gleichsam als ein Erdbruch, später
n October desselben Jahres, als ein Berg, dessen Fuſs
vei Meilen im Durchmesser hatte. Schröter zählt
solcher Gegenstände auf, die er früher nie, später

aber so deutlich sehn konnte und die sich, seiner Ansi
nach, nicht anders erklären lassen, als dafs sie so eben, glei
sam erst unter seinen Augen, entstanden seyen. So sah er i
Mare crisium mehrere Jahre hindurch einen Berg, der ei
sehr längliche, elliptische Form hatte, und später sah er de
selben Berg stets vollkommen kreisrund.

Bewohner und Kunstproducte, die man im Monde ge
troffen haben will, führen uns ganz natürlich auch auf di
nigen Gegenstände, die man nicht als Naturerzeugnisse, s
dern als Artefacte, als mit Vorsatz von verständigen We
angelegte Werke angesehn hat. Der grofse KEPLER, der s
aber von seiner lebhaften Einbildungskraft öfters zu weit f
ren liefs, war von der grofsen Menge der vollkommen kre
förmigen Gebilde des Mondes so hingerissen, dafs er sie
als von den Bewohnern des Mondes eigens zu ihrer Beque
lichkeit aushöhlen liefs. Wenn er ein besseres Fernrohr ge
habt hätte, so würde er diese Behauptung wohl nicht gew
haben. Wenn es solche, mit Absicht angelegte Gegenstä
gleich unseren Gebäuden, im Monde giebt, so wird man w
voraussetzen dürfen, dafs sie eine bestimmte Gröfse nicht üb
steigen. Demnach wird es vor allem nothwendig seyn zu u
tersuchen, wie grofs wohl ein Gegenstand im Monde se
soll, damit er von uns noch deutlich, seiner Existenz und
auch seiner Gestalt nach, erkannt werden könne.

Bemerken wir zuerst, dafs, nach der bekannten Entfe
nung des Monds von der Erde, eine gerade Linie in de
Mitte der uns sichtbaren Mondscheibe, wenn sie senkrecht auf
unserer Gesichtslinie steht und eine Länge von 0,245 geog
Meile oder von 5600 Par. Fufs hat, unseren Augen unter de
Winkel von einer Bogensecunde erscheint oder dafs umge
kehrt eine geographische Meile auf dem Monde von uns u
ter dem Winkel von 4,08 Secunden gesehn wird. Daraus
folgt, dafs eine Kreisfläche auf dem Monde, deren Durch
messer unter dem Winkel von einer Secunde gesehn wird
0,0471 Quadratmeilen oder 24630000 Quadratfufs haben wü
de. Solche einzelne Gebäude von dieser Ausdehnung habe
wir auf unserer Erde nicht, aber wohl würden mehrere unser
Städte, wenn sie auf dem Monde angelegt wären, unter eine
noch viel gröfsern Winkel erscheinen.

SCHRÖTER sagt, dafs er mit seinem Herschel'schen Re

or, dessen Focallänge 7 Fuſs hatte[1], einen Gegenstand im
de von 890 Par. Fuſs oder 0,04 geogr. Meile im Durch-
ıer schon als einen Punct erkenne und daſs er ihn auch
r Gestalt nach unterscheide, wenn er einen Durchmesser
3750 Fuſs oder 0,16 Meile habe, und dieses zwar mit ei-
/ergröſserung von nur 210. Mit der Vergröſserung von
aber sah er durch dasselbe Fernrohr einen Gegenstand
290 Fuſs = 0,013 Meile als einen Punct und einen an-
von 1240 Fuſs = 0,054 Meile im Durchmesser schon
Form nach, ob er z. B. kreisrund oder elliptisch ist.
er 1000maligen Vergröſserung endlich sah er Gegenstände
90 Fuſs = 0,008 Meile als Puncte und von 790 Fuſs
035 Meile im Durchmesser schon ihrer Gestalt nach.
ıat der Krater unseres Vesuvs 1790 Fuſs = 0,079 Meile
ırchmesser und 5620 Fuſs = 0,247 Meile im Umkreise,
müſste daher, wenn er im Monde wäre, mit diesem
hre schon sehr gut sichtbar seyn. Bemerken wir noch
ser Gelegenheit, daſs in den vielen Charten, die Schrö-
inem Werke beigegeben hat, also auch in den drei
ıen Fig. 338, 339 und 340, die aus diesem Werke ge-
ı *sind*, fünf englische Duodecimallinien oder der 24ste
ines englischen Fuſses gleich 20 Raumsecunden, also
glische Linie gleich 4 Secunden oder nahe gleich einer
Meile ist.

hdem wir uns auf diese Art überzeugt haben, daſs
Hülfe unserer bessern Fernröhre solche Gegenstände,
häufig auf der Erde haben, auch im Monde noch
können, wird es nicht mehr so auffallend seyn, wenn
Beobachter auch dergleichen in der That im Monde
ıaben wollen. Es hat sich in unsern Tagen die Mei-
ıgebildet, als hätte nur einer der noch lebenden Astro-
iese Dinge, und zwar mehr mit den Augen der Ein-
raft, als mit seinem Fernrohre, gesehn. Allein dieser
ht mit seinen Behauptungen, wenn sie auch man-
leicht etwas zu sehr ausgeschmückt oder ins Detail

: diesem Herschel'schen Fernrohre beobachtete Schröter
die ersten Jahre; seine spätern Beobachtungen dieses Sa-
d mit einem 13- und einem 27fuſsigen Spiegelteleskop an-
lche beide Instrumente sich Schröter selbst verfertigt hatte.

fortgeführt erscheinen, keineswegs allein. Denn ohne hier von der Möglichkeit und selbst von der Wahrscheinlichkeit von lebenden Wesen zu sprechen, die den Mond bewohnen und jene Gegenstände mit Absicht zu einem gewissen Zweck ausgeführt haben, eine Voraussetzung, welche schon oft ge-nug von andern ausgesprochen worden ist, so handelt es sich hier nicht sowohl um Wahrscheinlichkeiten und Gründe a... sondern um eigentliche Beobachtungen, und da muſs vor ... andern Schröter selbst angeführt werden, der fleiſsige, ... merksame und, was hier nicht zu übersehn ist, der ruhige ... terne Beobachter, der alles, was er in dem Monde, dessen viele Jahre hindurch mit unermüdlichem Eifer beob... gesehn hatte, und so wie er es gesehn hatte, in sein Ta... buch eintrug, aus welchem eben das von ihm schon öfter ... geführte Werk, wie es scheint, ohne weitere Zusätze ... Ausschmückungen entstanden ist. In diesem Werke ... Schröter nicht umhin, an gar vielen Orten von solchen ... genständen des Mondes zu sprechen, die er wiederholt ... unter den mannigfaltigsten Verhältnissen betrachtet hat, ... die ihm gleichsam die Meinung aufdrangen, daſs sie von ... benden Wesen mit Absicht und Ueberlegung errichtet ... müſsten. So viele Stellen dieses Werkes sprechen von ... Cultur einzelner Theile der Oberfläche des Mondes, von ... ſsen, die einen Ort mit dem andern verbinden, von ... ähnlichen Versammlungsorten, selbst von gewissen Gew... deren Spuren man deutlich sehn könne, und was dergl... mehr seyn mag. So hält er, um nur Einiges näher ... führen, die kleinen Gegenstände, die nordöstlich von ... in einen engen Raum zusammengepreſst erscheinen[1], f... Mondstadt und die Canäle bei Hyginus, nördlich von ... scheinen ihm auf Kunststraſsen und Gewerbe der Sele... deuten, da sie beim Aufgang der Sonne über ihnen, ... leicht diese Gewerbe wieder anfangen thätig zu werde... mer eine andere Gestalt annehmen. Die östlich von ... liegenden, zerstreuten (scheinbaren) Berge, die man ... unsern Charten Fig. 339 und 340 sieht, betrachtet er als ... plätze der Mondbürger. Ebenso deutet er die vielen ... Hügelchen, die in der Wallebene d Posidonius lieg...

1 S. a. a. O. Th. II. Taf. LX. u. LXII.

Nähe von Plato, Archimed und an vielen andern Or-
indet er eine ganz andere Farbe des Bodens, als die von
n Vorgängern angegebene, woraus er auf neuangelegte
dungen oder auf eine veränderte Cultur des Bodens schliefst,
dergleichen mehr.

Noch mehrere und auffallendere Gegenstände dieser Art
Gruithuisen, der eine grofse Anzahl von Stellen, die
Cultur des Bodens deuten, von Strafsen und selbst von
seren Bauwerken im Monde gesehn hat[1]. Als ein höchst
llendes Phänomen dieser Art führt er das Circellum an,
hes sich im Nordost von Langrenus in dem Mare foecun-
is befindet und von welchem aus zwei wenig divergirende,
e, breite Streifen nach Osten gehn und wohl 20 Meilen
sind. Schon der alte Cassini hat dieses sonderbare Ge-
e deutlich abgezeichnet und Schröter hat es in sein Werk
genommen[2]. Gruithuisen ist der Meinung, dafs sich
ch die Ansicht dieses Gebildes jeder leicht selbst von der
stenz künstlich angelegter Werke im Monde überzeugen
de. Das Merkwürdigste dieser Art aber, was er im Monde
, ist ohne Zweifel der aus regulären Wällen bestehende
in dem Mondflecken Schröter. Gruithuisen sagt davon
gendes. „Dieses ungewöhnliche Mondgebilde fällt jedem
übten Auge mit dem ersten Blicke sogleich als Kunstwerk
f. Man findet es unter 5° 30′ nördlicher Breite und 8° öst-
cher Länge und es ist nur sichtbar, wenn es ganz an der
ichtgrenze steht. Es hat von Ost nach West und von Nord
ach Süd, soweit daran die Kunst merklich ist, einen Durch-
nesser von 5 geogr. Meilen. Es befindet sich in einer der
unkelsten Landschaften des Monds, ist selbst fast so dun-
el, als dessen Umgebung in Osten, und liegt in der Nähe
es Aequators, wo man eine grofse Fruchtbarkeit voraus-
etzen darf. Das ganze Gebäude ist genau nach den Welt-
egenden angelegt, doch geht die Richtung der Seitenzüge
ler Wälle nicht nach Ost oder West, sondern genau nach
Südost und Südwest, und diese bilden mit dem grofsen Stamm-
walle Winkel von 45 Graden, also unter sich selbst Winkel

1 S. Nova acta Nat. Curios. T. X. P. II. Kastner's Archiv, Th. I.
ruithuisen Naturgeschichte des gestirnten Himmels. S. 188.

2 A. a. O. §. 688. Tab. LVI. h ζ.

„von 90 Graden und haben beiläufig eine Stellung, wie d
„Rippen eines Erlen- oder Rosenblattes." GRUITHUISEN en
deckte diesen räthselhaften Gegenstand am 12. Julius 18
Seine spätern Beobachtungen haben die constante Gestalt de
selben bestätigt. Einige Jahre später entdeckte Dr. SCHWI
auch noch einige neue Aufsenwälle. Zuweilen fand GRUI
HUISEN aber auch dieses Wallwerk von rauchartigen
wolken so bedeckt, dafs nur Spuren einzelner Wälle
waren und das Ganze sich nur unförmlich darstellte. Er
übrigens noch mehrere ähnliche, wenn gleich nicht so
lende Wallwerke im Monde gesehn[2], wie z. B. im
und im Grimaldi. Er ist der Ansicht, dafs die Bewohner
Mondes Troglodyten seyen, die wegen der Extreme
Temperatur auf der Oberfläche und wegen des Mangels
Luft und Wasser daselbst unter der Erde wohnen,
auch die oft in einen kleinen Raum zusammengedrängten
ler Circellchen, die regelmäfsigen Linien, welche die R
dieser Circellen bilden, und die so häufigen Rillen deuten
len, die sich an mehrern Orten vereinigen und wieder
nen und immer von einem kleinen Krater zum andern
u. s. f.

So lange das Fernrohr unbekannt war, war eine C
des Monds so gut als unmöglich. Aber kaum war dieses
derbare Instrument erfunden, als sich schon GALILEI, S
NER und SCHIRLAEUS mit der nähern Betrachtung der M
oberfläche beschäftigten. Dieselben Beobachter versuchten
auch, den Mond abzubilden, aber ihre Darstellung war
sehr unvollkommen. Eine der ersten guten Charten des
scheint diejenige gewesen zu seyn, die ein gewisser M
im J. 1634 auf Anrathen GASSENDI's und PEYRESK's
gab und deren LEMONNIER[3] und LALANDE[4] erwähnen,
weifs aber nicht, wo sie hingekommen ist. Eine für
sehr vollkommene Arbeit ist die Mondcharte, die HEV
Jahre 1640 mit seiner *Selenographia* herausgegeben h
ist mehr als ein Atlas des Mondes zu betrachten, da sie

---

1 M. s. die Abbildungen in Kastner's Archiv. Th. I. u. I

2 Abgebildet in Bode's astronom. Jahrb. 1828. und 18

3 Instit. astron. p. 141.

4 Astronomie. §. 3288.

ieneralcharte dieses Himmelskörpers noch 40 andere Char-
nthält, in welchen der Mond in seinen verschiedenen
n dargestellt ist. Die Zeichnungen sind alle von HEVEL
mit Sorgfalt und Geschicklichkeit ausgeführt.

:u derselben Zeit mit HEVEL beschäftigte sich auch LAN-
js mit diesem Gegenstande, allein er kam damit nicht
zu Stande. Bald darauf, im Jahre 1651, gab RICCIOLI
inem *Novum Almagestum* eine andere, eigentlich von
ALDI gezeichnete Mondcharte, die zwar lange nicht so
mmen war, als jene von HEVEL, die aber durch ihre
Bezeichnung der Flecken über jene, in Deutschland we-
ns, den Sieg davon trug. HEVEL hatte nämlich die dunk-
lecken des Mondes für Meere und die helleren für fe-
,and gehalten und ihnen demgemäfs auch entsprechende
n von den Meeren, Bergen, Wäldern u. s. w. unserer
gegeben. RICCIOLI aber gab ihnen, was sogleich allge-
n Beifall erhielt, die Namen berühmter Mathematiker
Astronomen, wobei er auch seinen eigenen nicht vergafs.
tlich verwirrte er dadurch die Nomenclatur des Monds,
var die Deutschen und Franzosen ihm folgten, die Eng-
r aber bis auf unsere Zeiten die Hevel'schen Benennun-
eibehalten haben.

So vorzüglich aber auch die Charten von HEVEL für ihre
ie seyn mochten, so liefsen sie doch noch gar manches
ünschen übrig. Er hatte bei seinen Beobachtungen kein
meter gebraucht und nur nach dem Augenmafse gezeich-
was keine Genauigkeit gewähren konnte. Auch vergrö-
sein Fernrohr nur etwa 30mal, so dafs ihm kleinere
nstände und die Begrenzung aller gröfstentheils entgehn
en.

:m Jahre 1680 erschien die grofse und schöne Mondcharte
DOMINICUS CASSINI. Dieser Atlas enthielt eine General-
e des Monds von 20 Zoll Durchmesser und überdiefs eine
e Anzahl Specialcharten, für die einzelnen Phasen dieses
rns für jeden Tag des synodischen Monats. Diese grofse
it begann im J. 1673; PATIGNI war der geschickte Zeich-
CASSINI's und der letzte bediente sich dazu des Fernrohrs
34 Fufs Focallänge, welches noch auf der königl. Stern-
zu Paris aufbewahrt wird. Die edle Freigebigkeit des
en COLBERT machte die Ausführung dieser grofsen Arbeit

möglich. Aber auch dieser Atlas ist, selbst in Frankreich
äufserst selten geworden. Der letzte Cassini, Vorsteher d
Pariser Sternwarte zur Zeit der Revolution, zeigte dem Lalan
noch 34 Zeichnungen dieser Phasen, im grofsen Mafsstab
Crayon ausgeführt. Derselbe Lalande machte daher den As
nomen seiner Zeit ein angenehmes Geschenk, indem er w
nigstens die Generalcharte Cassini's, obschon im verkleinert
Mafsstabe, wieder auflegen liefs[1]. Sie stellt den Mond
Zeit seines vollen Lichtes in der That recht gut dar. Ca
sini bestimmte auch zugleich die oben erwähnten Libra
des Monds, die Hevel nur eben erst erkannt, aber in
Charte nicht angewendet hatte.

Die bereits früher angeführte Gleichheit der Revo
und der Rotation des Monds giebt nämlich den Astro
die uns eine getreue Abbildung von der Lage der Fl
des Mondes geben wollen, einen gleichsam von der N
selbst dargebotenen, allgemeinen Meridian an die Hand,
für jede gegebene Zeit leicht aufzufinden ist und der
der Selenographie einen Vortheil gewährt, welchen die G
graphie oder die Beschreibung unserer Erde entbehren
Dieser allgemeine Meridian ist derjenige, der durch die
den Pole des Monds und durch den Endpunct der grofs
geht, die immer sehr nahe gegen den Mittelpunct der Erde ge
ist. Obschon dieser Endpunct sich durch keinen eigentlichen
cken auszeichnet, so kann man doch die Lage desselben für
Augenblick leicht bestimmen, wenn man nur bedenkt, dass
der mittlern Knotenlinie der Mondbahn zusammenfällt
Zeit, wo diese Knotenlinie selbst mit dem mittlern O
Monds coincidirt. Durch dieses Mittel war man in den
gesetzt, die Lage der vorzüglichsten Flecken auf der O
che des Mondes mit grofser Genauigkeit zu bestimmen

Und dieses war es, was zuerst Tob. Mayer
hat, denn alle frühern Darstellungen des Monds konn
ein getreues Bild des Umfangs, aber nicht der St
Flecken gegen den Rand des Mondes geben. Dieses
auch noch der Fehler der gröfsten Karte gewesen

1 Sie erschien zu Paris im J. 1787 und findet sich auch
Mém. de Paris. 1692, auch ist sie jährlich von 1701 bis 17
Connoissance des temps abgedruckt worden, von wo sie in viele
Bücher übergegangen ist.

vohl jemals unternommen wurde, denn sie hatte volle Fuſs im Durchmesser und LAHIRE hatte an ihr viele gearbeitet. LALANDE[1] erzählt, wohin sie gekommen zu scheint, denn jetzt hat man nichts mehr von ihr, als verkleinerte Copie in LAHIRE's Planetentafeln. TOB. R aber, der sich auch mit der Verfertigung eines groſsen globus beschäftigte, bestimmte zuerst die Librationen des es mit gröſserer Genauigkeit, als seine Vorgänger, und mte dann durch zweijährige Beobachtungen in den Jah-748 und 49 die wahre selenocentrische Länge und Breite ondflecken, wodurch er der Sache zuerst eine wissen-iche Gestalt gab. Die auf diese Beobachtungen gegrün-nd von ihm verfertigte Mondcharte von 7½ Zoll Durch-war die beste von allen, die bis dahin erschienen wa-Ein zu früher Tod hinderte den trefflichen Mann an der sgabe dieser Arbeit, die erst später durch LICHTENBERG[2] 'ublicum bekannt wurde.

uch LAMBERT[3] gab später eine ähnliche auf eigene Be-ungen gegründete Mondcharte heraus. Allein auch da-ar einem groſsen Bedürfnisse noch nicht begegnet, denn hatte man bisher nur allgemeine Abbildungen des Mon-ı Groſsen erhalten, während an eine durchgeführte spe-Darstellung aller einzelnen Theile im gröſseren Maſs-und an Untersuchungen über die physische Beschaffen-es Monds nicht weiter gedacht wurde. Dieses war es was J. H. SCHRÖTER in den oft erwähnten zwei Bän-einer selenotopogr. Fragmente mit groſser Genauigkeit 'ahrhaft deutschem Fleiſse ausgeführt hat.

ı den neuesten Zeiten endlich haben LOHRMANN in Dres-nd nebst ihm MAEDLER und BEER in Berlin eine aus-ıte und höchst schätzbare Darstellung des Monds zu ge-ıgefangen, welche nicht nur die selenocentrische Lage, n auch die Gestalt der Mondflecken mit einer bisher troffenen Genauigkeit darstellt. Von LOHRMANN's Se-aphie ist bereits ein Band, von MAEDLER und BEER aber vor Kurzem drei Viertheile der Oberfläche des Mondes

---

[1] Astronomie §. 3291.
[2] Tob. Mayer Opera inedita. Gott. 1775.
[3] Berliner Ephemeriden für 1775.

in einer trefflichen Charte erschienen. Beide Arbeiten mach
die Fortsetzung und glückliche Beendigung derselben zu
gemeinsamen Wunsch der Astronomen.

Fig. 337. Die beigelegte Generalcharte des Monds giebt die au
zeichnetsten Flecken des Monds mit ihren Namen. Zu
Ergänzung folgt hier ein alphabetisches Verzeichniſs aller
züglichen Flecken mit ihrer selenocentrischen Lage. Es
auffallend, daſs man bisher noch so wenige Verzeichnisse
ser Art gegeben hat, da sie doch dem Astronomen
nothwendig sind, wie dem Geographen die Kataloge der
graphischen Längen und Breiten der Orte der Erde. Ein
res Verzeichniſs dieser Art findet man in den Tables de
lin Vol. I. p. 17. und in den oben erwähnten Ope
des T. Mayer, aber beide sind sehr unvollständig und
nicht ohne viele Fehler in den Positionen der Flecken
dem folgenden Verzeichnisse sind die östlichen selenocentri-
schen Längen und die südlichen Breiten negativ oder
Zeichen — angegeben. Bei groſsen Flecken, wie bei
Meeren, ist die Mitte zu verstehn. Die beigelegte C
endlich zeigt den Mond in einer verkehrten Lage, so daſs
oben und West links erscheint, wie dieses mit dem
selbst der Fall ist, wenn man ihn durch ein astronom
Fernrohr betrachtet, durch welches bekanntlich alle G
stände verkehrt dargestellt werden.

Namen	Länge	Breite
Abulfeda . . .	12°,5	— 13°,5
Acherusia . . .	21,5	16,25
Agatharchides .	—30	— 9
Agrippa . . .	11	4
d'Alembert . .	östl. von Grimaldi und Riccioli	
Albategnius . .	4	— 12
Alfragan . . .	18,5	—5,5
Alhazen . . .	7	17
Aliacensis . . .	4	—30
Alpen	—2	50
Alpetragius . .	— 5	—16
Alphonsus . .	—2,5	—12,5
Anaxagoras . .	— 4	73
Anaximander . .	nördl. von Horrebow	

Namen	Länge	Breite
Anaximenes . .	— 40	72
Apenninen . .	westl. an Aratus, Conon und Huyghens	
Apianus . . .	6	— 26
Apollonius . .	59	4,5
Arago	22	6,5
Aratus	4,5	23,5
Archimedes . .	— 4	30
Archytas . . .	zwischen Aristoteles und Timäus	
Aridaeus . . .	17	4,5
Aristarch . . .	— 47	23
Aristill . . .	1	34
Aristoteles . .	17	51
Arnold	38	67
Arzachel . . .	— 3	— 17
Atlas	43	46
Autolycus . . .	1,5	30,5
Azout	62	11
Bailly	29,5	49,5
Barrow . . .	7,5	71,5
Bayer	— 34,5	— 52
Bernoulli . . .	59	34,5
Berosus . . .	67	34
Berzelius . . .	50,5	37
Bessarion . . .	— 37,5	14
Bessel	17,5	22
Bettinus . . .	— 41	—63
Bianchius . . .	— 34	48
Billy	westlich von Sirsalis	
Blancanus . . .	—21	—63
Blanchinus . .	NW. bei Werner	
Bode	— 2,5	7
Bonpland . . .	—17,5	— 8
Boscovich . .	11	9,5
Bouguer . . .	— 36	52,5
Bouvard . . .	— 80	—38
Bradley . . .	0,5	23
Briggs	—67,5	27
Bürg	27,5	45
Bulliald . . .	— 22	—21
Burckhardt . .	53	30

Namen	Länge	Breite
Byrgius . . .	— 63	— 24,5
Cäsar	15	9
la Caille . . .	W. an Purloch	
Calippus . . .	10,5	38,5
Campanus . .	— 27,5	— 27,5
Capella . . .	36	— 7,5
Capuanus . . .	— 26,5	— 33,5
Cardanus . . ,	— 72,5	14
Carlini	— 24	30,5
Casatus . . .	— 35	— 75
Cassini, Dom. .	— 4	40
Cassini, Johann	Thal. W. von Epigenes u. Lexell.	
Catharina . . .	23,5	— 17
Cavaleri . . .	— 67	5,5
Cavendish . .	— 53	— 24
Censorinus . .	33	— 0,5
Cepheus aust. .	46	41
Cepheus bor. . .	48	41
Cichus	Südl. von Kies	
Clavius . . .	— 15	— 58
Cleomedes . .	56	27,5
Cleostratus . .	— 77	60
la Condamine .	— 27,5	53
Condorcet . .	68	12,5
Conon	2	22
Copernicus . .	— 20	9
Cordilleras . .	— 72	— 13
Curtius . . .	SW. an Moretus	
Cychus . . .	— 20,5	— 33,5
Cysatus . . .	— 7,5	— 66
Damoiseau . .	— 59,5	— [illegible]5,5
Davy	— 9	— 11
Delambre . . .	18	— 2
Delisle . . .	— 35	30
Deluc	— 3,5	— 55
Democritus . .	33,5	62
Desplaces . . .	Randausschnitt. S. an Grimaldi.	
Dionysius . . .	17,5	3
Diophantus . .	— 34	27,5

Namen	Länge	Breite
Dörfel . . .	S. an Kircher	
Dollond . . .	— 16	— 9,5
Dominic Maria .	— 16	7
Doppelmayer .	— 42	— 28
Drebbel . . .	— 48	— 41
Egede	9	48
Eichstädt . . .	— 77	— 23
Eimmart . . .	65	23,5
Encke	— 37	3,5
Endymion . . .	55	53
Epigenes . . .	— 5	68,5
Eratosthenes . .	— 12	14
Euclides . . .	— 29	— 7,5
Euctemon . . .	32	72
Eudox	16	44
Euler	— 29	23
Fernel	3,5	—33,5
Feronce . . .	— 7	— 70
Firmicus . . .	62,5	8
Flamstead . . .	— 44	— 4,5
Fontana . . .	— 57	— 17
Fontenelle . .	— 17	61
Fourier . . .	—53,5	— 30
Fracastor . . .	32	— 22
Franklin . . .	47	38,5
Furnerius . . .	58	—35,5
Gärtner . . .	34,5	59,5
Galilei	—62,5	10,5
Gallus	12	19
Gambart . . .	— 15	1
Gassendi . . .	— 40	— 17
Gauricus . . .	—14,5	—33,5
Gaufs	75	37
Gay-Lussac . .	—20,5	14,5
Geminus . . .	56	34
le Gentil . . .	zwisch. Bailly u. Casutus	
Gerard . . .	— 78	44
Gioia	2	48
Goclenius . . .	45	— 9,5
Godin	10	2
Grimaldi . . .	— 67	— 5,5

Namen	Länge	Breite
Gruemberger	—12,5	— 67
Guerike	— 14	— 12
Hadley	— 5,5	26
Hahn	71	32,5
Hansen	72	14
Hansteen	— 52	— 12
Harding	— 71	43
Harpalus	— 44	52,5
Hase	SW. von Petavius	
Hausen	Oestl. an Bailly	
Heinsius	— 18	—39,5
Helicon	— 23	40
Hell	— 8	— 32
Heraclides	— 34	41
Heraclides fals.	—25,5	46,5
Hercules	38	46
Hercyn. Wald	— 81	22
Hermann	SSO. von Reiner	
Herodot	— 49	22,5
Herschel	— 2	— 5,5
Hesiod	— 16	— 29
Hevel	— 68	2
Higinus	6,5	8
Hippalus	— 30	—24,5
Hipparch	5	— 6
la Hire	NO. von Lambert	
Hook	54	41
Horrebow	— 39	57,5
Hortensius	— 28	7
Humboldt	77	64,5
Huyghens	— 4	20
Hypatia	23,5	— 4
Jansen	28,5	13,5
Inghirami	— 72	—47,5
Isidor	34	— 8
de l'Isle	SO. bei Euler	
Kästner	S. bei Neper	
Kepler	—37,5	7,5
Kies	—22,5	— 27
Kirch	— 6	39
Kircher	—42,5	—67,5

Namen	Länge	Breite
Klaproth . . .	— 27	— 70
Kraft	72	17
Krüger	— 66	— 17
Lacus mortis . .	28	48
Lacus somnior. .	35	35
Lagrange . . .	— 67	— 33
Lahire	— 25	27,5
Lalande . . .	— 9	— 4
Laplace . . .	—25,5	45,5
Lavoisier . . .	— 83	38
Lambert . . .	— 21	25,5
Landsberg . .	— 27	— 1
Langrenus . .	62,5	— 7,5
Lehmann . . .	— 55	— 39
Lemonnier . .	30,5	26,5
Leibnitz . . .	— 7	— 70
Letronne . . .	—42,5	—11,5
Lexell	— 5	70
Libanon . . .	bei Thebit	
Lichtenberg . .	— 67	32
Linnée	12	18
Littrow . . .	31,5	22
Lohrmann . . .	— 69	— 0,5
Longomontan .	— 22	— 50
Louville . . .	— 47	45
Lubinietzky . .	— 23	— 17,5
Macrobius . .	45,5	21
Maginus . . .	— 7	— 50,5
Mairan	— 44	42
Manilius . . .	9	14,5
Marco Polo . .	— 3	16
Maraldi . . .	35	19
Mare Crisium .	55	14
— Foecundit.	50	— 6
— Frigoris .	— 8	60
— Humorum	— 40	— 25
— Imbrium .	— 20	32
— Nectaris .	35	— 16
— Nubium .	— 15	— 18
— Serenitatis	20	25
— Tranquillitatis	30	5

Namen	Länge	Breite
Mare Vaporum .	5	12
Marius	—51,5	12
Martianus Capella	34	— 8
Maskelyne . .	29,5	2,5
Mason	30	42,5
Maupertuis . .	— 26	48
Maurolycus . .	13	—40,5
Mayer, Christ. .	17	64
Mayer, Tob. .	— 29	15,5
Menelaus . . .	16	16,5
Mercator . . .	— 26	— 29
Mercur. falsus .	76	35
—— verus .	65,5	45,5
Mersenne . . .	—47,5	—21,5
Messala . . .	58	39
Meton	17	72
Milichius . . .	— 30	10,5
Moestlin . . .	— 6	— 1
Montblanc . . .	zwisch. Newton u. Dom. Cassini	
Moretus . . .	— 7,5	— 70
Mylius	O. von Mersenne, S. von Grimald	
Nasireddin . .	— 1	— 0,5
Neper	78	10
Newton . . .	— 9	48
Oceanus Procellar.	— 30	— 2
Oenopides . .	— 62	56
Oersted . . .	46	42,5
Olbers	— 77	9
Oriani	75	26
Orontius . . .	— 5	— 40
Palitsch . . .	W. von Snellius, N. von Furner	
Pallas	— 2	6
Palus Nebular. .	3	37
— Putredinis .	4	31
— Somnii . .	42	13
Parry	— 16	— 7,5
Petavius . . .	57,5	—25,5
Philolaus . . .	— 28	70
Phocylides . .	— 55	— 55

Namen	Länge	Breite
Piazzi	— 66	— 34,5
Picard	54	14
Piccolomini . .	30,5	— 28
Pico	— 9	46
Pictet	— 7	— 42,5
Pingré	— 55	— 46
Pilatus	— 14	— 29
Plana	27,5	48,5
Plato	— 9	51
Plinius . . .	23,5	15,5
Plutarch . . .	75	27
Posidonius . .	29,5	32
Proclus . . .	47	16,5
Ptolemäus . . .	— 3	— 9
Purbach . . .	— 5	— 26
Pythagoras . .	— 60	63
Pytheas . . .	— 20,5	20,5
Ramsden . . .	— 32	— 32,5
Regiomontan . .	— 1	— 28
Reiner	— 55	7
Reinhold . . .	— 22,5	3
Repsold . . .	— 74	51
Rheticus . . .	— 17,5	4
Riccioli . . .	— 75	— 2
Riphäus . . .	— 27	— 7
Ritter	19	2
Rocca	— 72	— 12,5
Römer	36	25,5
Rook	O. von Mersenne, S. v. Grimaldi	
Ross	22	12
Rost	— 31	— 56,5
Sabine	20,5	2
Sasserides . . .	zw. Tycho u. Gauricus	
Saussure . . .	— 4	— 44
Sharp	— 41	45
Scheiner . . .	— 26	— 60
Schickard . . .	— 55	— 44
Schiller . . .	— 39	— 51
Schröter . . .	— 10	5,5
Scoresby . . .	12,5	77

Namen	Länge	Breite.
Schumacher . .	59,5	42
Schubert . . .	79	2,5
Segner	— 45	— 58
Sömmerring . .	— 8	0,5
Seleucus . . .	— 66	21,5
Seneca	77	28
Short	— 10	— 75
Silberschlag . .	12,5	6,5
Sinus epidemiarum	— 30	— 24
— iridum . .	— 32	44
— roris . .	— 42	53
— aestuum .	— 9	5
Sirsalis . . .	— 60,5	— 13
Smith	SO. von Tycho	
Snellius . . .	53,5	— 33,5
Sosigenes . . .	17,5	8,5
Stadius . . .	— 14	10
Stevin	56,5	— 29,5
Stoeffler . . .	6	— 40
Street	— 11	— 46
Struve . . .	64	43
Sulpicius Gallus	11,5	20,5
Taquet . . .	19	16
Taruntius . . .	47	5
Terra pruinae .	Zwischen Maupert und Condamine	
— siccitatis .	N. von Horrebow u. Harpalus	
— sterilitatis .	O. von Schickard und Pingré	
Thales	49,5	62
Theaetetus . .	6	37
Thebit	— 5	— 22
Theophilus . .	26,5	— 11
Theon junior .	14,5	— 2,5
— senior . .	15,5	— 0,5
Timaeus . . .	— 1	62
Timocharis . .	— 13,5	27
Tralles	52	28
Triesnecker . .	3,5	4
Tycho	— 12,5	— 42,5
Uckert	1,5	7,5

Namen	Länge	Breite
Ulloa	W. von Thales	
Ulugh Beigh . .	— 85	32,5
Vendelin . . .	62	— 16,5
Vieta	— 56	— 28,5
Vitello	— 37	— 30
Vitruv	31	18
Walther . . .	— 0,5	— 32
Wargentin . .	— 60	— 48,5
Weigel . . .	— 37,5	— 58
Werner . . .	4	— 28
Wilhelm v. Hessen	— 20	— 45
Wilson . . .	— 39	— 70
Wing	NO. von Tycho	
Wollaston . .	— 47	30,5
Wolff	— 8	16
Wurzelbauer . .	— 16	— 33,5
Xenophanes . .	— 77	57,5
Zuchius . . .	— 47,5	— 62

L.

Monde der übrigen Planeten s. Nebenplaneten.

Mondfinsternifs[1].

Eclipsis lunae; Éclipse de la lune; *Eclipse of he Moon.*

Eine Mondfinsternifs kann nur zur Zeit des Vollmonds tatt haben, allein nicht bei jedem Vollmonde findet eine Fin-

1 Da in dem Art. Finsternifs Bd. IV. S. 251 ff. dieser interessante egenstand nur oberflächlich behandelt worden ist, so wird es nicht nangemessen erscheinen, das dort Versäumte hier nachzutragen und adurch die ganze Theorie dieser Erscheinungen zu vervollständigen, obei wir, um Wiederholungen zu vermeiden, das bereits dort Erähnte hier als schon bekannt voraussetzen. Es handelt sich hier orzüglich um die Berechnung einer solchen Finsternifs oder um die 'orherbestimmung derselben durch Rechnung, da diese es eigentich ist, welche die Erscheinung einer Finsternifs für jeden an Nachenken gewöhnten Menschen zu einem Gegenstande von hohem Inter-

sternifs statt. Nach dem bereits[1] Gesagten darf die Differenz der Länge des Monds und der Länge seines Knotens, zur Zeit des Vollmonds, nicht gröfser, als 9° 30′ seyn, wenn gewifs eine Finsternifs statt haben soll. Beträgt aber diese Differenz mehr als 12¼ Grad, so kann keine Finsternifs für diesen Vollmond statt haben. Ist sie endlich zwischen 9½ und 12¼ Grad, so kann wohl eine Finsternifs statt haben, aber sie kann auch ebenso gut nicht statt haben, und für diesen Fall mufs daher die Sache näher untersucht werden.

Nehmen wir also an, dafs zur Zeit eines gegebenen Vollmonds eine Mondfinsternifs gewifs statt habe, und suchen wir die Erscheinungen derselben, wie sie von der Oberfläche der Erde gesehn wird. Diese Erscheinungen sind: der *Anfang* und das *Ende* der *partiellen* und der *totalen* Finsternifs, zwischen welchen beiden die *Mitte* der Finsternifs fällt, ferner die *Gröfse* der Finsternifs und endlich derjenige Theil der Oberfläche der Erde, von welchem man diese Finsternifs sehn kann.

Zu diesem Zwecke suche man aus irgend einem guten Kalender (den sogenannten astronomischen Ephemeriden) oder auch unmittelbar aus den astronomischen Tafeln für die bereits gegebene Wiener Zeit des Vollmonds (d. h. der Opposition des Monds mit der Sonne) die Rectascension a, Declination d, die Horizontalparallaxe x und den scheinbaren Halbmesser m des Monds nebst den stündlichen Aenderungen ∂a und ∂d der beiden ersten Gröfsen. Für die Sonne wollen wir dieselben Gröfsen durch α, δ, ξ und μ bezeichnen. Wollte man, statt des Aequators, die Ekliptik der Rechnung zum Grunde legen, so bezeichnet a und α die Länge des Monds und der Sonne, d die Breite des Monds zur Zeit des Vollmonds, und die Breite δ der Sonne ist gleich Null, da die Sonne stets in der Ebene der Ekliptik ist. Es sey dann bpd derjenige Schnitt des Schattenkegels der Erde, welcher durch eine Ebene entsteht, die durch den Mittelpunct

Fig. 345.

esse macht. Diese Berechnung ist aber jetzt, nachdem so viele vorzügliche Geometer sich damit beschäftigt haben, so einfach und verständlich geworden, dafs sie in einem Werke dieser Art, wenn man auch nur den gröfsern Theil seiner Leser berücksichtigen will, nicht mehr fehlen darf.

1 S. Art. *Finsternifs*. Bd. IV. S. 254.

Monds senkrecht auf die Axe dieses Schattenkegels gelegt d, und sey NA eine mit dem Aequator parallele Linie, wie NBCD diejenige Linie, in welcher der Mittelpunct C, D des Monds während der Finsternifs einhergeht. Aus n Mittelpuncte A des Schattenschnitts ziehe man die Linie senkrecht auf AN und die Linie AC senkrecht auf die ndbahn ND. Wenn der Mittelpunct des Monds in den ıct L kommt, so steht er senkrecht über dem Puncte A l dieses ist daher der Augenblick des Vollmonds. Wenn r der Mittelpunct des Monds in dem Puncte C ist, so ist hier dem Mittelpuncte A des Schattens am nächsten, und ses ist daher der Augenblick, wo der Mond am tiefsten den Erdschatten geht, oder der Augenblick der *Mitte* der sternifs. Kommt ferner der Mittelpunet des Monds nach B er später noch nach D, wo nämlich sein Rand den des Schattennitts bei b oder d auf der äufsern Seite des letztern berührt, so dieses der Augenblick des Anfangs (in b) oder des Endes (in d) partiellen Finsternifs. Senkt sich endlich der Mond so tief in Erdschatten ein, dafs er von demselben gänzlich verdunt wird, so ist die Finsternifs auch total und der Anfang er das Ende dieser totalen Finsternifs wird dann statt ha-, wenn der Mondrand den des Erdschattens auf der *in-n* Seite des letztern berührt. Der blofse Anblick der Fi- zeigt schon, dafs für den Anfang und für das Ende der tiellen Finsternifs die Distanz der Mittelpuncte A und B Erdschattens und des Mondes gleich der Summe und für Anfang und das Ende der totalen Finsternifs gleich der fferenz des Halbmessers des Schattens und des Mondes ist.

Hiernach ist es sehr leicht, die Wahrheit der folgenden fachen Ausdrücke zu erkennen

Nennt man R den Halbmesser $Ab = Ap$ des Schattennitts und $AC = e$ die kürzeste Distanz der Mondbahn von n Mittelpuncte A des Schattens, so wie $ANC = n$ die Neing der Mondbahn gegen den Aequator, so hat man

$$R = x + \xi - \mu,$$

$$\text{Tang. } n = \frac{\partial d - \partial \delta}{\partial a - \partial \alpha} \cdot \frac{1}{\text{Cos. } \delta},$$

$$e = (d - \delta) \text{ Cos. } n.$$

aber $\partial d - \partial \delta$ die relative stündliche Bewegung des Monds Declination ist (relativ, wenn man nämlich den Mittelpunct

A des Schattens als ruhend annimmt), so bezeichnet $\frac{\partial d - \partial\delta}{\mathrm{Sin.}\, n}$ die stündliche relative Bewegung des Monds in seiner Bahn und man wird daher die Zeit erhalten, die der Mond gebraucht, irgend einen Bogen seiner Bahn zurückzulegen, wenn man diesen Bogen durch die Gröfse

$$h = \frac{\mathrm{Sin.}\, n}{\partial d - \partial \delta}$$

multiplicirt. Nachdem man auf diese Weise zur Kenntniss der Werthe von R, n, e und h gekommen ist, wird es leicht seyn, die oben gegebenen, alle Umstände der Finsternifs umfassenden Fragen durch einige wenige analytische Ausdrücke zu beantworten. Ist nämlich t die bekannte Zeit des Vollmonds, so findet man daraus sofort die Zeit Θ der Mitte der Finsternifs, in Stunden und Theilen von Stunden ausgedrückt, durch die Formel

$$\Theta = t + (d - \delta)\, h\, \mathrm{Sin.}\, n,$$

wo, wie zuvor, d und δ die Declination des Monds und der Sonne zur Zeit des Vollmonds bezeichnet. Kennt man aber Θ, so ist die Zeit T, in welcher eben N Zoll des Monds verfinstert sind,

$$T = \Theta + h\, e\; \mathrm{Tang.}\, U,$$

$$\text{wenn } \mathrm{Cos.}\, U = \frac{e}{R + \left(1 - \frac{N}{6}\right) m} \quad \text{ist,}$$

vorausgesetzt dafs man, der alten Weise gemäfs, den Durchmesser des Monds in 12 gleiche Theile theilt, die man Zoll nennt. Demnach hat man also für den Anfang und das Ende der partiellen Finsternifs N = 0, für den Anfang und das Ende der totalen Finsternifs N = 12, für den Ein- und Austritt des Mittelpuncts des Monds in den Schatten N = 6 u. s. w. Endlich ist die gröfste Verfinsterung des Monds oder der Theil seines Durchmessers gleich R + m — e oder in Zollen ausgedrückt gleich $\frac{6}{m}(R + m - e)$ Zoll.

I. Ganz dieselben Ausdrücke wird man auch mit einigen Modificationen anwenden, um die Erscheinungen der *Sonnenfinsternifs* für die Erde überhaupt zu finden. Bezeichnen nämlich wieder a, d und α, δ die Rectascension und

ion des Monds und der Sonne für den Augenblick des
londs und behält man für die Gröfsen m, x, μ, ξ und
∂d.. die vorige Bezeichnung bei, so hat man wieder

$$\text{Tang. n} = \frac{\partial d - \partial \delta}{\partial a - \partial \alpha} \cdot \frac{1}{\text{Cos. } \delta},$$

$$e = (d - \delta) \text{ Cos. n und}$$

$$h = \frac{\text{Sin. n}}{\partial d - \partial \delta}.$$

liesen Gröfsen findet man sofort die Zeit Θ der Mitte
Sonnenfinsternifs

$$\Theta = t + (d - \delta) \text{ h Sin. n}$$

endlich die Zeit T, wo die Sonne um N Zoll verfinstert
eint,

$$T = \Theta + \text{h e Tang. U}$$

$$\text{und } U = \frac{e}{m + (1 - \frac{N}{6}) \mu + x - \xi},$$

wieder der Halbmesser der Sonne in sechs gleiche Theile,
man Zolle nennt, getheilt wird.

II. Anders verhält sich die Sache, wenn man die Er-
nung einer Sonnenfinsternifs für irgend einen gegebenen
der Erdoberfläche sucht. Dann mufs nämlich auf die Pa-
ce des Monds Rücksicht genommen werden, und wenn
die Aufgabe streng auflösen will, so sind einige um-
lliche Rechnungen unvermeidlich. Da aber bei diesen
usbestimmungen der Finsternifs gewöhnlich keine grofse
rfe gefordert wird, so wird man auf eine oder zwei Mi-
n genau sich des folgenden Verfahrens mit Nutzen be-
en.

Man suche für eine dem Anfange der Finsternifs entsprechende,
bis auf eine halbe Stunde genau bekannte Ortszeit T die
re Rectascension a und Declination d des Monds, so wie die-
en Gröfsen α und δ für die Sonne. Ist dann wieder x die
izontalparallaxe des Monds, s der Stundenwinkel der Sonne
diese Zeit und φ die geographische Breite des Beobach-
sorts, so suche man A und D aus

$$A = (a - \alpha) \text{ Cos. } \delta - x \text{ Cos. } \varphi \text{ Sin. s},$$

$$D = d - \delta - x \frac{\text{Sin. } (\varphi - \omega)}{\text{Cos. } \omega} \text{ Cos. } \delta,$$

Tang. ω = Tang. δ Cos. s ist.

Ebenso seyen für die nahe bekannte Ortszeit T' des E[illegible] des der Finsternifs dieselben beiden letzten Gröfsen A' und [illegible] und endlich

$$f = \frac{A' - A}{T' - T} \text{ und } g = \frac{D' - D}{T' - T}.$$

Nennt man dann die verbesserte Ortszeit des Anfangs T + [illegible] so findet man diese Correction t aus der Gleichung

$$(m \pm \mu)^2 = (A + ft)^2 + (D + gt)^2,$$

und ist ebenso T' + t' die verbesserte Ortszeit des Ende[illegible] Finsternifs, so findet man diese zweite Correction t' durch [illegible] Gleichung

$$(m \pm \mu)^2 = (A' + ft')^2 + (D' + gt')^2,$$

wo man in beiden Gleichungen von den zwei Wurzeln [illegible] t' die kleinere nehmen wird, wenn man die ersten ge[illegible] Ortszeiten T und T' in der That schon der Wahrheit [illegible] genug genommen hat. Das obere Zeichen der Gröfse [illegible] gehört übrigens für den Anfang und das Ende der parti[illegible] und das untere für die totale Finsternifs.

III. Für die schwerste der hierher gehörenden Auf[illegible] ält man gewöhnlich die Bestimmung des Weges, [illegible] während der ganzen Dauer einer Sonnenfinsternifs jeder [illegible] gebene Punct des Mondschattens auf der Oberfläche der [illegible] zurücklegt. Allein auch dieses Problem hat man bereits [illegible] einfache Formeln zurückgebracht, deren Beweise ebenso [illegible] sind, als die numerische Entwickelung derselben nun [illegible] seyn kann. Hier wird es genügen, diese Formeln kurz [illegible] gezeigt zu haben, da man die Gründe derselben bereits [illegible] einem andern Orte[1] findet.

Wenn man z. B. aus I bereits gefunden hat, da[illegible] Sonnenfinsternifs für die Erde überhaupt anfängt und [illegible] wenn es in Wien 3 und 7 Uhr ist, so suche man [illegible] Viertelstunden zwischen diesen zwei Zeiten die Gröfsen [illegible] z nach folgenden Gleichungen:

$$y = (a - \alpha) \text{ Cos. } \delta \text{ und } z = d - \delta,$$

wo a, α die Rectascension und d, δ die Declination [illegible] Monds und der Sonne für diese Momente bezeichnen.

Ist nun Δ die scheinbare Distanz der Mittelpuncte [illegible] Gestirne und n die (bereits aus I bekannte) Neigung de[illegible]

1 Littrow's Vorlesungen über Astronomie. Th. I. S. 2[illegible]

en Mondbahn, so suche man Y und Z aus den beiden
:hungen

$$Y = \frac{y + \Delta \text{Sin. n}}{x - \xi} \text{ und } Z = \frac{z - \Delta \text{Cos. n}}{x - \xi},$$

vieder x und ξ die Horizontalparallaxen des Monds und
Sonne sind. Dieses vorausgesetzt sey

$$\text{Tang.} \psi = \frac{\sqrt{1 - Y^2 - Z^2}}{Z},$$

ıdet man die gesuchte geographische Breite φ und die
e Ortszeit s desjenigen Orts der Erdoberfläche, der für
;egebene Wiener Zeit eine ebenfalls gegebene Distanz Δ
Mittelpuncte beider Gestirne als gröfste Phase sieht, durch
ıeiden einfachen Gleichungen

$$\text{Sin.} \varphi = Z \frac{\text{Cos.} (\delta - \psi)}{\text{Cos.} \psi} \text{ und Sin. s} = \frac{Y}{\text{Cos.} \varphi}.$$

ıt man aber, für eine gegebene Wiener Zeit, auch die
:eit s irgend eines Puncts der Oberfläche der Erde, so
ıdurch auch die Differenz der geographischen Längen die-
:wei Orte gegeben, da diese nichts anders ist, als die
renz jener beiden Zeiten.

Diese Ausdrücke enthalten die Antwort auf alle Fragen,
man über den Weg des Mondschattens auf der Oberflä-
ler Erde aufstellen kann. Setzt man nämlich in ihnen
Gröfse

$$\Delta = m + (1 - \frac{N}{6}) \mu,$$

hält man alle Orte der Erde, welche für eine gegebene
ıer Zeit eine Verfinsterung der Sonne von N Zoll sehn.
man demnach z. B. N = 0, so erhält man nach und
alle Orte der Erde, welche blofs eine äufsere Berührung
Ränder beider Gestirne und sonst nichts von der Fin-
ifs sehn, oder N = 0 giebt die äufsersten Grenzen des
:n Wegs des Mondschattens auf der Erde, und zwar die
che oder nördliche Grenze, je nachdem man in den vor-
:henden Ausdrücken die Gröfse Δ, das heifst die Gröfse
μ, positiv oder negativ nimmt. Setzt man N = 6 oder
m, so findet man ebenso die Orte, welche die Sonne
verfinstert sehn; N = 12 oder Δ = m − μ giebt die-
en Orte, welche eine innere Berührung der Ränder,

$N = \frac{6}{\mu}(m + \mu)$ oder $\Delta = 0$ die, welche eine
Finsternifs sehn u. s. w., so dafs man also auf diese W
alle die krummen Linien auf einem Erdglobus oder auf
ner Planisphäre verzeichnen kann, welche blofs eine
rührung der Ränder, oder welche blofs eine Finsternifs
1, 2, 3... Zoll sehn, wodurch daher alle Erscheinunge
Finsternifs dargestellt und gleichsam mit einem Blicke
sehn werden können.

L.

Monochord.

Dieser Apparat, dessen Name aus dem Griechischen
μόνος einzig und *χορδή* die Saite) abstammt und daher
len Sprachen gleich ist, besteht zunächst aus einer einz
gespannten Saite und wird auch wohl *Sonometer*, besse
Tonometer genannt, um nicht ein lateinisches Wort mit
griechischen zu verbinden. Bei den Alten hiefs die
Saite dieses Tonmafses der *Kanon*.

In der einfachsten Gestalt besteht das Monochord
Fig. 346. ner einzigen, vermittelst zweier Wirbel a, a′ über zwei
zerne Stege α, α' gespannten Metall- oder Darmsaite,
dadurch einen bessern Klang erhält, dafs der Kasten
mäfsig dickem glattem Tannenholze besteht und mit
dünnen Resonanzboden gedeckt ist. Man bedient sich
Apparates, um daran die transversalen Schwingungen der
zu demonstriren und insbesondere zu zeigen, wie die
nem aliquoten Theile mit dem Finger leise berührte Sai
den von der berührten Stelle um die 1-, 2-,... n fachen
chen Längen entfernten Puncten Schwingungsknoten
woselbst kleine aufgelegte papierne Reiterchen ruhn, wenn
Saite zwischen dem Stege und der berührten Stelle gestr
wird, statt dafs sie in der Mitte zwischen diesen Puncten
abgeschleudert werden. Der Resonanzboden dient dann
ner dazu, um zu zeigen, dafs er selbst durch die sch
gende Saite in Schwingungen versetzt wird, und wenn
hierzu nicht stark genug ist, so darf man nur eine etwas
Glasröhre vertical auf den Resonanzboden aufstemmen und

n wollenen Läppchen in longitudinale Schwingungen ver-
n, um vermittelst aufgestreuten Sandes die Figuren der
versalen Schwingungen auf dem Resonanzboden zu erzeu-
Man kann auch endlich auf einen in der Mitte des Re-
zbodens aufgestellten kurzen Cylinder von Holz oder Kork
etwa 2 bis 3 Zoll im Durchmesser haltende Scheibe von
oder Metall legen, auf dieser einen kurzen hölzernen
ler aufrichten und über demselben die Saite des Mono-
spannen, um durch das Anstreichen derselben alle diese
in Schwingungen zu versetzen, die sich auf der Scheibe
weilen auch auf dem Resonanzboden durch Figuren des
reuten Sandes sichtbar zeigen.

ne zweite Bestimmung des Monochords ist, das Ver-
der Saitenlängen zu den Tonhöhen nachzuweisen. Die
ste Construction für diesen Zweck erfordert zunächst
e Saite, die man auf kleine Stege herabdrückt, durch
die Länge derselben zwischen den beiden Hauptste-
$\frac{2}{3}$- und $\frac{1}{2}$mal genommen wird, um zu der Tonica der
Tertie, Quinte und Octave zu erhalten. Sind diese
ngen mathematisch genau und wird die Saite durch
abdrücken nicht stärker gespannt oder sonstig verän-
o erhält man mathematisch genaue, also vollkommen
ervalle; allein in der Ausübung ist es unmöglich, alle
rforderliche Bedingungen ohne irgend einen Fehler zu

Aus dieser Anwendung ist der Ausdruck *Kanon*,
Namen die Alten der gespannten Saite gaben, deren
Regel oder Grundlage diente, zu erklären. Um die
Tertie und Quinte sofort mit dem Grundtone ver-
zu können und zugleich um die Allgemeinheit der
denen die Verhältnisse der Saitenlängen zu den er-
Tönen unterliegen, unmittelbar nachzuweisen, ver-
das Monochord, dessen ganze Länge dann etwa 4
igt, mit zwei Saiten, die auch von verschiedener
von ungleicher Dicke seyn können, um zu zeigen,
durch die Länge der Saiten bedingten Tonhöhen nicht
n Einflusse ihrer Dicke stehn. Die Stege werden
kleinen Galgen von Eisendraht gebildet, neben de-
urch das Niederdrücken der Saiten auf dieselben er-
öne, als: kleine Terz $= \frac{5}{6}$, groſse Terz $= \frac{4}{5}$, Quinte
Octave $= \frac{1}{2}$, auf den Resonanzboden geschrieben

sind. Eine Erweiterung erhält das Monochord, wenn statt zwei Saiten deren vier gleiche oder an Dicke verschiedene aufzieht, die eine für die Tonica, die andern für Tertie, Quinte und Octave. Bei jeder dieser gleichgestimmten Saiten sind dann die erforderlichen Längen auf dem Resonanzboden durch Linien bezeichnet, über welche kleine hölzerne Stege geschoben werden, um auf diese Weise den *harmonischen Dreiklang* mit willkürlicher Wahl der gleichgestimmten Saiten für jeden einzelnen dieser Töne zu haben. Will die sämmtlichen Bedingungen, auf denen die Tonhöhen transversal schwingender Saiten beruhn, möglichst vereinigen, richtet man das vier Saiten haltende Monochord so ein, die Saiten am einen Ende durch einen eisernen Haken gehalten werden, dann statt des Steges über eine kleine, 1 Lin. dicke und um sehr feine Zapfen leicht drehbare horizontale Walze laufen, dann in der gehörigen Entfernung wieder über eine solche Walze, in einem kleinen Abstande hiervon über eine gleichfalls leicht drehbare Rolle, hinter welcher das andere Ende vermittelst verschiedener Gewichte gezogen wird. Bei dieser Einrichtung bleiben die vorhergenannten Stege, um den Einfluſs der Saitenlängen darzuthun, und auſserdem kann man die Dicken und die Gewichte ändern, um deren Einfluſs auf die Tonhöhen oder Schwingungszahlen nachzuweisen.

Die beschriebene bisher gebräuchliche Construction des Monochords änderte E. G. Fischer[1] ab, um einen genau gearbeiteten Apparat zur Bestimmung der absoluten Schwingungsmengen der Töne zu erhalten, wobei es hauptsächlich auf scharfe Messung der Länge ankam. Deswegen durfte die durch ein gegebenes Gewicht zu spannende Saite nicht über eine Rolle gezogen werden, und auſserdem muſste ein genauer Maſsstab zum Messen ihrer Länge dienen. Sein Apparat Fig. 347. bestand aus einem dreieckigen Fuſsbrete AB von 2 Zoll Dicke und 21 Z. Seite auf Stellschrauben. In der Mitte erhob sich eine viereckige, inwendig hohle, hölzerne Säule CD, hoch, vorn 2,5, an den Seiten 4 Zoll breit, oben mit beweglichen Deckel. Dicht unter diesem befand sich zwischen EF eine Klemmschraube, aus zwei starken Stäbchen

1 Berliner Denkschriften 1822. und 1823. S. 137.

ſing, die durch eine Schraube bei F stark zusammenge-
t werden konnte, um die Saite dazwischen fest zu hal-
Parallel mit der Säule und vor ihrer Mitte war der (we-
bequemer Bearbeitung dreikantige) Messingstab m n an
n Enden befestigt, mit einer seiner Flächen, worauf die
eilung befindlich war, dem Beobachter zugewandt. Die
enthielt bloſs Zollstriche, aber diese sehr fein und ge-
bgemessen. Am obern Ende der Scale befand sich eine
0,4 Zoll vorstehende, vorn etwas abgeschrägte Elfen-
atte, deren auf diese Art gebildete scharfe Kante als
Steg diente und mit dem 0 der Scale zusammenfiel,
veite, diesem ähnliche, aber auf der ganzen Scale be-
he Steg ist bei K sichtbar. Er hatte bei l einen dicht
r Scale liegenden, in 100 Theile getheilten messingnen
von genau 1 Zoll Länge und so scharf getheilt, daſs
elst einer Loupe noch Tausendstel eines Zolles geschätzt
konnten. Das runde Gewicht HI am Ende der Saite
aus 6 einzelnen Stücken, deren jedes 80 preuss. Loth
nd die sich an einander schrauben lieſsen. Die zum
he bestimmten Saiten wurden mit kleinen Gewichten
ert an Häkchen vom Deckel herab im Innern der Säule
ngen. Vermittelst dieser Vorrichtung und nach der

$$n = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{2 g \lambda P}{\gamma}},$$

die Zahl der Schwingungen, L die Länge der Saite,
pannende Gewicht, g der Fallraum in 1 Secunde, γ
icht eines Stückes von der Länge λ bezeichnen, fand
von 4 Stimmgabeln die *Zahl der einfachen Schwin-*
des normalen a ($\bar{a}$) vom Theater zu Berlin = 874,
Grand Opéra zu Paris = 862, vom *Théatre Fey-*
816, vom *Théatre Italien* = 848.

Weber [2] hat diese Construction des Monochords, wel-
lieber *Tonmesser* oder *Tonwaage* genannt wissen will,
zuweilen mit mehrern Saiten bespannt wird, in ein-
Theilen abgeändert und bei seinen akustischen Un-

---

sführlichere Untersuchungen über diese Bestimmungen fin-
m Art. *Schall*, absolute Schwingungsmengen.
ggendorff Ann. XV. 1.

tersuchungen vielfach gebraucht; er empfiehlt es sowohl den experimentirenden Physikern, als auch den Instrumentenmachern, hauptsächlich zur Erhaltung einer überall gleichen Stimmung und zur Ausmittelung der absoluten Vibrationsmengen der Töne, um die letzteren jederzeit wieder auffinden zu können. Inzwischen gesteht er selbst, dafs für die Stimmung die Gabel ungleich geeigneter sey, die neuesten Untersuchungen, namentlich von Scheibler, haben aber gezeigt, dafs die Vibrationsmengen der Töne ungleich genauer vermittelst der *Stöfse* aufgefunden werden, und hiermit fällt der Haupt[illegible] sehr genau gearbeiteter und daher auch kostbarer Monochorde weg, zugleich aber vereinigt sich auch Weber mit [illegible] allen wissenschaftlichen Akustikern in dem Wunsche, [illegible] doch endlich einmal eine überall gleiche Stimmung [illegible] strumente eingeführt werden möge, was durch die Wahl [illegible] 880 Vibrationen für das normale eingestrichene a (ā) und [illegible] Anwendung der genauen, von Scheibler zu beziehenden Stimmgabeln sehr leicht geschehn könnte.

Fig. 848. Weber's Tonmesser besteht aus einer in der Mitte [illegible] geschnittenen Säule auf drei Füfsen mit Stellschrauben, [illegible] welcher die anzuwendende Saite in verticaler Richtung [illegible] gespannt wird. Zum Festhalten des Stückes der Saite von [illegible] stimmter Länge dienen die beiden Klemmen, bei denen [illegible] die eine Hälfte der andern vermittelst einer Schraube [illegible] genau horizontale Bewegung nähert. Statt der Klemme [illegible] er später nach der Angabe Schaffrinsky's einen [illegible]

Fig. 849. bis zur Mitte eingeschnittenen Cylinder von Stahl, in [illegible] Einschnitt die Saite bis 0 geschoben wurde. Um die [illegible] lung der Vibrationen an den Stahlcylinder und von [illegible] zunächst an die Klemme und demnächst an die Säule [illegible]

Fig. 850. lichst zu verhüten, wurde der Cylinder mit Blei [illegible] dann in einen Sandstein eingepafst und dieser in der [illegible] nen Klemme festgeklemmt. Diese Klemme war [illegible] hölzernen Würfel befestigt, welcher in dem Einschnitt [illegible] Säule wie ein Schlitten aufwärts und abwärts glitt, [illegible] aber mittelst einer Schraube einem über ihm be[illegible] gleichfalls in dem Einschnitte leicht verschiebbaren [illegible] Schrauben festzustellenden zweiten Würfel genähert [illegible] konnte. Hiernach ging also die oben an der Säule [illegible] Saite durch die beiden in willkürliche Abstände fest[illegible]

Klemmen, dann durch ein Loch, und wurde an einer
schen den Füſsen des Instruments befindlichen Waagschale
estigt, welche zur Aufnahme der erforderlichen Gewichte
nte. Beim Experimentiren wurde die Saite ungefähr mit
Hälfte des Gewichts ihrer Tragkraft belastet, nach dem
chrauben der obern Klemme wurde das Gewicht verdop-
, dann die untere Klemme geschlossen, in einem genau
nessenen Abstande über derselben auf der Saite ein kleines
ckchen Messing befestigt, die Hälfte des Gewichts wieder
ggenommen und nach dem Oeffnen der unteren Klemme
er Abstand abermals gemessen, um die Ausdehnung der
e durch die verschiedene Belastung und also das Gewicht
es Stückes derselben von gegebener Länge bei gegebener
nnung auszumitteln. Die Bestimmung dieser Gröſse hat
CHER bei seinen Versuchen übersehn, dessen Apparat übri-
s dem hier beschriebenen an Genauigkeit und Bequemlich-
wohl nicht nachsteht.

Das Monochord kann man auch benutzen zur Erzeugung
Prüfung der durch Helwag beachteten eigenthümlichen
ne, die von Chladni[1] *Klirrtöne* genannt worden sind. Sie
rden erzeugt, wenn eine vibrirende Saite mit einem aliquoten
eile ihrer Länge gegen einen festen Körper schlägt, so daſs
Reihenfolge der hierdurch erzeugten Pulsus (wie bei der
ene), für sich oder in Verbindung mit den Schwingungen
Saite, einen Ton erzeugt. Es ist auf jeden Fall schwie-
, sie hörbar zu machen, weil die Saite zu leicht in ihren
nwingungen gestört wird und zur Ruhe kommt. Inzwi-
en läſst sich die Höhe der entstandenen Töne leicht aus
angegebenen allgemeinen Bestimmung ableiten. Chladni
nnte nur drei solcher Töne hervorbringen, indem er unter
Saite einen Steg so stellte, daſs die Saite dessen obere
nte fast berührte. Bei verticalen Schwingungen der Saite
llte er dann eine tiefere Quinte gehört haben, welches er
aus ableitete, daſs die Hälfte der Saite pn eine halbe al- Fig. 351
$\frac{1}{4}$, die andere Hälfte gleichfalls $\frac{1}{4}$, beide Hälften dann bis
r Lage pnq (ohne Berührung des Steges) eine halbe, und
zur Lage pmq abermals eine halbe Schwingung machen,

1 Akustik S. 74. §. 59. Traité d'Acoustique §. 42. Poggendorff
n. VIII. 457.

so dafs die Summe $\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}=\frac{4}{3}$ Schwingungen betra-
müfste. Hieraus ergiebt sich nach ihm das Verhältnifs $\frac{4}{3}$ z
also in Beziehung auf den Ton $\frac{2}{3}:1$ oder die Quinte. Dies
könnte jedoch nur unter der Bedingung statt finden, wenn
halben Schwingungen der Hälfte der Saite so viele Zeit e
forderten, als eine halbe Schwingung der ganzen Saite, w
aber mit der Theorie nicht übereinstimmt. Wird dieses a
angenommen, so vollendet die Saite $\frac{1}{2}$ Schwingungen in
nämlichen Zeit, worin sie sonst $\frac{2}{3}$ machen würde, und der
müfste dann eine Quinte höher seyn. NÖRRENBERG[1] hat
sen Irrthum berichtigt und empfiehlt folgendes Verfahren. M
bezeichne die Mitte der Länge der D-Saite auf einer
gestimmten Geige, stelle daselbst zwischen der D- und
Saite ein vierkantiges hölzernes Stäbchen vertical so auf
Griffbret, dafs bei einer geringen Neigung dessen Ecke
der in starke horizontale Schwingungen versetzten D-Sa
getroffen wird, so wird man einen deutlichen Klirrton hören
welcher mit der D-Saite die höhere Quarte und mit der
Quinte tiefern G-Saite die Octave bildet. Die ganze Sa
vollendet nämlich von ihrer gröfsten Ausweichung links
zur Berührung des Steges eine halbe Schwingung und von hier
machte jede Hälfte bis zur gröfsten Ausweichung rechts
falls eine halbe Schwingung. Auf dem Rückwege macht
Hälfte der Saite eine halbe Schwingung, bis sie den Steg
und dann noch eine halbe, bis zu ihrer gröfsten Ausweich
links, die Schwingungszeit zwischen der gröfsten Au
chung auf der einen Seite und der auf der andern
zusammengesetzt aus der Dauer einer halben Schwingung
ganzen Saite und der Dauer einer halben Schwingung
Hälfte, man hat also $\frac{1,5}{4}$ und $\frac{1,5}{4}=\frac{3}{4}$ der Zeit einer ganz
Schwingung, folglich $\frac{4}{3}$ der Tonhöhe oder die Quarte.

Mir will es nicht gelingen, den Klirrton deutlich wa
zunehmen, weil die Schwingungen bald zu doppelten der h
ben Saite übergehn, so dafs die Octave gehört wird, was
CHLADNI meistens fand. Aufserdem giebt Letzterer an,
er noch einen undeutlichen Klirrton wahrnahm, wenn der Steg
in $\frac{2}{5}$ der Saitenlänge untergesetzt wird, wobei der Ton
Verhältnifs $\frac{16}{15}$ zu 1 erhält, und wenn man ihn unter $\frac{1}{3}$ set

1 Poggendorff Ann. IX. 488.

welchem Falle die tiefere groſse None oder das Verhält- $\frac{4}{9}$: 1 zum Vorschein kommen soll. Sonach ist merkwür- daſs dieser genaue Experimentator stets tiefere Töne als eigenthümlichen Ton der Saite hörte.

M.

Morgen.

Morgengegend; *Oriens;* Orient; *Est.*

Diejenige Himmelsgegend, an welcher die Gestirne auf- t. Sie steht dem Beobachter, wenn er sein Gesicht gen wendet, zur linken Hand. Nach dieser vagen Erklärung mehr im gemeinen Leben als in der Wissenschaft ge- chlichen Wortes begreift der *Morgen* die ganze Hälfte Horizonts, welche auf der Ostseite des Meridians zwi- ı Süd und Nord liegt. Schärfer bestimmt wird dieser Be- im Art. *Morgenpunct.*

Ebenso unbestimmt ist die andere gemeine Bedeutung des tes Morgen, wo sich dasselbe nicht, wie zuvor, auf den ı, sondern auf die Zeit bezieht, und zwar auf diejenige um welche die Sonne aufgeht, selbst mehrere Stunden ınd nach dem eigentlichen Aufgange mit begriffen.

Es wäre hier und an so vielen andern Orten dieses Wer- Gelegenheit, über die Unbestimmtheit der Worte unserer aller anderer Sprachen, so lange sie nicht in die Wis- haft eingeführt sind, einige Bemerkungen mitzutheilen, ur zu oft, selbst in manchen wissenschaftlichen Unter- ıngen, nicht gehörig berücksichtigt werden. Ohne uns über diesen Gegenstand umständlich zu verbreiten, mag nügen, nur im Allgemeinen auf seine groſse Wichtigkeit, ie individuelle Bildung des Geistes sowohl, als auch für örderung der Wissenschaft selbst, aufmerksam gemacht zu ı. Wenn wir die Erziehung der Kinder und die Bildung heren Unterrichtsanstalten so einrichten könnten, daſs je- alles Undeutliche völlig verständlich wäre, so würde andere Welt entstehn und unsere Geschichte würde fort- on dieser Reformation ihre glänzendste Epoche zählen. neisten unter uns sehn, was sie zu sehn glauben, nur wie ı einen Nebel und diejenigen sind am wenigsten zu be-

neiden, die an diesen Nebel nicht einmal glauben wollen. Da aber hier weder Ort noch Zeit seyn mag, hierauf weiter einzugehn, so verweisen wir für das Weitere auf des jüngern HERSCHEL prelim. Discourse on the study of natural philosophy (Lond. 1830) (ins Deutsche übersetzt Leipzig 1836. und Göttingen 1836.), wo sich auch noch manche andere,! mit diesem Gegenstande nahe verwandte, treffliche Bemerkungen finden.

L.

Morgendämmerung s. Dämmerung.

Morgenpunct.

Ostpunct; *Oriens;* Orient, Levant; East; ist derjenige Punct des Horizonts, welcher von dem Aequator auf derjenigen Seite des Himmels geschnitten wird, wo für uns die Gestirne aufgehn. Der Morgenpunct liegt daher genau in der Mitte zwischen dem Süd- und Nordpuncte und zwar auf der Ostseite des Horizonts. Ihm genau gegenüber ist der *Abend*- oder *Westpunct.* Im Anfange des Frühlings (am 21. März) und im Anfange des Herbstes (am 21. Sept.) geht die Sonne genau in diesen beiden Puncten auf und unter, weil sie zu diesen beiden Zeiten in der Ebene des Aequators ist, wo sie die Tage und Nächte auf der ganzen Erde von gleicher Länge macht, daher diese Orte des Horizonts auch die *Nachtgleichen* oder die *Aequinoctien* genannt werden.

L.

Morgenröthe, s. Abendröthe.

Morgenstern.

Phosphorus, Lucifer; Étoile du Matin; *Morning Star.*

So wird der Planet *Venus* zu der Zeit genannt, wo er vor der Sonne aufgeht und daher in den letzten Stunden der Nacht am östlichen Himmel sichtbar ist. Da er um diese Zeit westlich von der Sonne steht, also auch vor der Sonne untergeht, so ist er in den Abendstunden oder nach Sonnenun-

gang unsichtbar. Wenn er aber, einige Zeit darauf, auf die
tseite der Sonne tritt, so geht er nach der Sonne auf und
daher Morgens unsichtbar, aber dafür geht er auch nach
r Sonne unter und wird daher in den ersten Nachtstunden
abendlichen Himmel gesehn, wo er dann *Abendstern* ge-
nnt wird.

Da die nahe kreisförmige Bahn dieses Planeten kleiner
die Erdbahn ist, so müssen ihn die Bewohner der Erde
ner nur in einer gewissen Nähe der Sonne sehen. Doch kann
sich von der Sonne bis auf 46½ Grad östlich oder westlich ent-
nen, daher er bis nahe vier Stunden vor dem Aufgange der Sonne
Morgenstern oder ebenso lange nach dem Untergange der Sonne
Abendstern am Himmel gesehn werden kann, wo er wegen
nes hellen Lichtes alle andere Gestirne überstrahlt und auch
n gedankenlosesten Zuschauer auffällt.

Wegen dieses hellen Lichtes und wegen seiner schnellen
wegung unter den übrigen fixen Gestirnen des Himmels
ırde er unter allen Planeten von den Alten wahrscheinlich
erst als ein solcher erkannt. Homer erwähnt ihn bereits,
wie Hesiod, und jener nennt ihn in der Ilias den schön-
n, κάλλιστος.

„Hell wie der Stern vorstrahlet in dämmernder Stunde des Melkens,
„Hesperos, der der schönste erscheint von den Sternen des Himmels."

thagoras soll der Erste gewesen seyn, der erkannt hat,
ſs der Morgen- und Abendstern ein und derselbe Planet
, der nur, nach seiner östlichen oder westlichen Stellung
gen die Sonne, dort Abends und hier Morgens am nächtli-
en Himmel sichtbar ist.

Da übrigens die Bahn *Mercurs*, des der Sonne nächsten
neten, ebenfalls von der Erdbahn eingeschlossen wird, so
ıſs auch er, so wie Venus, bald als Morgen- und bald als
endstern erscheinen, so daſs dieser Doppelname eigentlich
iden Planeten, Venus und Mercur, mit gleichem Rechte zu-
mmt. Allein da die Entfernungen Mercurs von der Sonne
el geringer sind, als die der Venus, und nur auf 23 Grade
hn, so ist er nur eine viel kürzere Zeit Morgens vor oder
ends nach der Sonne sichtbar, und da er überdieſs wegen
r groſsen Nähe der Sonne in seinem Lichte so geschwächt

wird, dafs man ihn nur unter den günstigsten Umständen ... freien Augen sehn kann, so sind jene Ehrenbenennungen ... Venus allein vorbehalten geblieben.

L.

Morgenweite.

Amplitudo ortiva; Amplitude ortive ou ori... tale; *Eastern amplitude.*

So heifst der Abstand desjenigen Puncts des Horizonts, in ... chem ein Gestirn aufgeht, von dem wahren Morgenp... Jedes Gestirn hat demnach seine Morgenweite; die Sonne ... die Planeten haben eine veränderliche Morgenweite. Wenn ... Sonne, zur Zeit der Nachtgleichen, im Aequator ist, ... ihre Morgenweite gleich Null, da sie dann im wahren Mor... genpuncte aufgeht. Ebenso heifst die Entfernung des Pun... des Horizonts, in welchem ein Gestirn untergeht, von ... wahren Abendpuncte die *Abendweite*[1] des Gestirns. Bei... Weiten werden durch dieselbe Formel, die schon im Art. *Abendweite* gegeben worden ist, berechnet, so wie auch ... dort mitgetheilte Tafel für beide Weiten gilt. Die Samm... astron. Tafeln, Berlin 1776, enthält ausführliche Tabellen, ... che die Morgen- und Abendweite für alle Gestirne und für ... Polhöhen geben.

Man kann noch bemerken, dafs die im Art. *Abendw...* gegebene Formel nur genähert ist, indem sie auf die Refrac... und auf die Aenderung der Declination des Gestirns ke... Rücksicht nimmt. Da sich die Seefahrer der Morgen- ... Abendweite der Sonne zur Bestimmung der Abweichung ... Magnetnadel bedienen, so lohnt es die kleine Mühe, ... Correction hier nachzutragen.

Nennt man also Θ diese Morgen- oder Abendweite ... die Polhöhe des Beobachtungsortes und endlich δ die Decli... nation der Sonne am Mittage des gegebenen Tags, so ... man

$$\text{Sin. } \Theta = \frac{\text{Sin. } \delta}{\text{Cos. } \varphi}.$$

---

1 S. Art. *Abendweite.* Bd. I. S. 14.

›er, um den Werth von Θ genauer zu finden, r die Ho-
talrefraction weniger der Horizontalparallaxe des Gestirns
ist $\partial\delta$ die tägliche Aenderung der Declination desselben
endlich ϱ die Zeit vom Mittage bis zum Auf- oder Un-
›ge, in Stunden und Theilen von Stunden ausgedrückt,
t die Declination des Gestirns für die Zeit seines Auf-
Untergangs gleich

$$D = \delta + \frac{s . \partial\delta}{24}$$

damit findet man die Morgen- oder Abendweite Θ des
rns durch den Ausdruck

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,r\ \text{Sin.}\,\varphi + \text{Sin.}\,D}{\text{Cos.}\,r\ \text{Cos.}\,\varphi}.$$

achlässigt man die Declinationsänderung $\partial\delta$ und die Ho-
talrefraction r, so ist $\partial\delta = 0$, also $D = \delta$, und $r = 0$ und
r

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,\delta}{\text{Cos.}\,\varphi},$$

zuvor. Für grofse geographische Breiten kann diese Cor-
›n, wie man sieht, sehr beträchtlich werden.

L.

Multiplicationskreis.

Circulus multiplicatorius; Cercle multiplicateur;
ltiplying Circle.

Ein astronomisches Instrument, das man in der Zeichnung Fig.
›bildet sieht. Es besteht, nach seinen wesentlichsten Thei- 352.
aus zwei concentrischen Kreisen mm und nn, die sich
iner verticalen Ebene um ihre gemeinschaftliche horizon-
Axe AB drehn, welche letztere durch den sie dem Auge
leckenden Würfel QB an einer verticalen Säule FQ be-
gt ist, die selbst wieder auf einem Dreifufse mit Stell-
auben kk′k″ ruht. Von der erwähnten horizontalen Axe
n die beiden Enden derselben bei A und B etwas über
übrigen Theile des Instruments hervor, um an diese End-
ıcte die Haken einer Hängelibelle anbringen zu können.
nit übrigens diese Kreise, die nur an dem einen Ende A
er Axe befestigt sind, diese Axe nicht schief drücken können,

ist ein mit Blei gefülltes Gegengewicht H auf der andern Se
der Säule FQ angebracht, ganz so, wie dieses schon frühe
erklärt worden ist.

Mit dem innern Kreise mm, welcher zugleich die
Verniers trägt, ist das Fernrohr CD fest verbunden, so
es nur mit diesem Kreise zugleich auf und ab beweg
den kann. Das Fernrohr hat bei A eine Oeffnung, durch
man das Licht einer Lampe gehn läſst, um das Innere
Fernrohrs zur Nachtzeit zu beleuchten. Diese Lampe
an einem Bogen, der an die für das Gegengewicht H
hende Vorrichtung pq angebracht werden kann. Bei
Brennpuncte C trägt es in seinem Innern einen Spiegel,
cher gegen die Axe des Fernrohrs um 45 Grade
und daher die von dem Gestirn nach dieser Axe einf
Lichtstrahlen wieder unter dem Winkel von 45 Grad
das seitwärts stehende Ocular des Fernrohrs zurückwirft.
Einrichtung hat den Vortheil, daſs das Auge des Beobach
hohe und niedere Sterne immer in einer horizontalen
tung sieht, während bei der sonst gewöhnlichen Einrich
des Fernrohrs sehr hohe Sterne bei diesem Baue des
ments beschwerlich oder wohl gar nicht beobachtet
könnten. Der äuſsere Kreis nn endlich trägt die Theilung
durch die Verniers des innern Kreises auf die bekannte
wieder in kleinere Theile, gewöhnlich bis auf 4 Secund
untergetheilt wird. Dieser äuſsere Kreis kann durch eine
gene Vorrichtung, die in der Figur der gröſseren Einfach
wegen nicht aufgenommen ist, durch eine sogenannte Dr
schraube, an die verticale Säule FQ befestigt werden,
eine zweite ähnliche Druckschraube ist bestimmt, den in
das Fernrohr tragenden Kreis wieder an den äuſseren
festigen. Jede dieser Druckschrauben ist noch mit einer
nen feinen Mikrometerschraube versehn, durch welche
diese Kreise, selbst wenn sie bereits durch ihre Druckschrau
ben befestigt sind, noch etwas weniges in ihrer Ebene
oder verrücken kann. Wenn man also bloſs die Dr
schraube des innern Kreises löst, so kann man den
sammt dem mit ihm fest verbundenen Fernrohre um den
ten äuſsern Kreis bewegen. Wenn man aber die Druckschr

---

1 S. Art. *Meridiankreis.*

innern Kreises anzieht, d. h. wenn man den innern Kreis
en äufsern befestigt und dafür die Druckschraube des äu-
Kreises, die ihn an die Säule FQ bindet, lüftet, so kann
dann beide Kreise zugleich, sammt dem Fernrohre, um
gemeinschaftliche Axe AB drehn. Auf dieser Eigen-
t beruht, wie wir bald sehn werden, das Princip der
iplication, von welcher das Instrument seinen Namen

Die erwähnte Säule FQ ist ein hohler Cylinder von Me-
ler an seinem untersten Theile auf drei starken Füfsen
Unter diesen Füfsen wird durch drei Schrauben (von
en man in der Zeichnung nur die zwei a und c sieht)
reiarmige Spange von Stahl befestigt, von welcher eben-
ur die zwei Arme ab und bc sichtbar sind. Auf der
b dieser starken, elastischen Stahlfeder steht die eigent-
erticale Axe des Instruments, nämlich eine cylindrische
von Stahl, die durch die Höhlung jenes Cylinders FQ
nit ihrem untersten Ende auf der Stahlspange abc ruht
ihrem obersten Endpuncte die erwähnte horizontale
r beiden Kreise trägt.

ch ist unter dem Fufsgestelle ein kleinerer horizonta-
is aMc angebracht, der sich zugleich mit der vertica-
hlaxe drehn läfst. Man sieht bei d die Druckschraube,
velche man diesen Kreis an einen der drei Füfse des
ls befestigen kann, so wie an demselben Fufse auch
ex angebracht wird, durch dessen Hülfe man den Bo-
n kann, um welchen man die beiden verticalen Kreise
d nn, so wie den horizontalen Kreis ac um die ver-
iule FQ gedreht hat.

Rectification des Multiplicationskreises.

man mit diesem Instrumente beobachten kann, mufs
t in allen seinen Theilen gehörig rectificirt seyn. Da-
en vorzüglich drei Stücke erfordert. 1) Die verticale
saxe FQ oder eigentlich die oben erwähnte durch den
Cylinder FQ gehende Stahlstange mufs vollkommen
t auf dem Horizonte stehn. 2) Dann mufs die gemein-

schaftliche horizontale Axe A B der beiden obern Kreise
kommen horizontal seyn, woraus dann von selbst folgt,
auch die Ebene dieser beiden Kreise vertical seyn
weil der Künstler dieselbe schon senkrecht auf die Axe
gestellt hat, auch die Mittel besitzt, diese senkrechte
lung mit der gröfsten Genauigkeit auszuführen. 3)
mufs die optische Axe des Fernrohrs in allen Lagen
ben mit der Ebene der beiden Kreise parallel seyn.
optische Axe ist aber die gerade Linie, welche den
punct des Objectivs D mit dem Durchschnitte der beiden
telfäden verbindet, die in dem Brennpuncte des Fern
senkrecht auf diese Axe ausgespannt sind.

Um der ersten Forderung zu genügen, wird man sich
besten der Hänglibelle bedienen, die an die beiden
stehenden Enden der horizontalen Axe A B angehängt
Man stellt bei so eingehängter Libelle die Ebene der
obern Kreise zweien von den drei Enden des Piedestals
der Linie kk', parallel und bringt die Blase der Libelle
Bewegung der Fufsschraube k oder k' in die Mitte.
dreht man jene Kreise um 180 Grade, so dafs ihre
wieder der Linie kk' nahe parallel wird. Wenn
Blase z. B. um 10 Theilstriche von der Mitte entfernt
wird man sie durch Bewegung einer der beiden Fufs
ben k oder k' in die Mitte zwischen jenen beiden O
so auf den Theilstrich 5 bringen, und dann wird die
F Q mit einer durch die beiden Puncte k und k'
Verticalebene parallel seyn. Der gröfsern Sicherheit
wird man das so eben angezeigte Verfahren wiederholen
die obern Kreise wieder zweimal in die der Linie kk'
lele Stellung bringen und zusehn, ob die Libelle in
Lagen denselben Punct giebt. Wenn noch eine kleine
renz statt hat, wenn z. B. die Libelle in der einen L
Kreise 5 und in der andern 6 Theilstriche gezeigt
wird man sie durch die Schraube k oder k' auf $\frac{1}{2}$ (5 + 6
bringen. Um aber dann auch diese Axe F Q vollkommen
tical auf den Horizont zu stellen, wird man die beiden
Kreise um ihre Drehungsaxe F Q nur um 90 Grade dr
dafs ihre Ebene jetzt durch den dritten Fufs k'' geht
wenn hier die Libelle nicht wieder denselben Theilstrich
wie zuvor, so wird man sie blofs durch die Bewegung

'en Fuſsschraube k auf den vorigen Theilstrich zurückfüh-
Hat man diese Operationen gehörig durchgeführt, so
l jetzt die Blase stets bei demselben Theilstriche stehn, in
che Ebene man auch die beiden obern Kreise um ihre Axe
bringen mag, d. h. diese Axe FQ wird vollkommen ver-
stehn. Wenn die ersten Fehler dieser Axe zu groſs wa-
so wird man bei einer ersten Ausführung dieser Methode
die Fehler verkleinern und dann erst bei einer genauen
derholung derselben diese Fehler ganz wegbringen. Ue-
ens setzt dieses Verfahren, wie man sieht, voraus, daſs
Libelle wenigstens so weit selbst rectificirt ist, daſs bei
r horizontalen Lage derselben die Blase sich wenigstens
t zu weit von der Mitte entfernt, wozu die Mittel allge-
ı bekannt sind.

Nachdem so die Axe FQ des ganzen Instruments voll-
men vertical gestellt worden ist, kommt es noch darauf
die Axe AB der beiden Kreise ebenso genau horizontal
tellen. Diese Axe AB wird von vier starken Schrauben
lten, die an ihren Endpuncten A und B auf ihre obere und
re Seite einwirken. Wenn man nun dieselbe Hängli-
in entgegengesetzten Lagen an die Axe AB einstellt und
ı sie z. B. in der ersten Lage 6 und in der andern 10
, so wird man, mittelst der erwähnten Schrauben, diese
an ihrem einen Ende etwas erhöhen oder erniedrigen, bis
Blase bei der Zahl 8 steht. Die Wiederholung dieses
ıhrens wird auch hier zeigen, ob die Libelle in beiden
n dieselbe Zahl zeigt, d. h. ob die Axe AP in der That
ler groſsen Axe FQ senkrecht, also horizontal steht. Und
ıit ist auch die zweite Forderung erfüllt.

Um endlich auch noch der dritten genug zu thun, d. h.
die optische Axe des Fernrohrs mit der Ebene seines
ses parallel zu stellen, wird man zuerst das Fadennetz in
Brennpunct des Fernrohrs und den einen Faden dessel-
horizontal stellen, was ganz nach denselben Vorschrif-
gemacht werden kann, die schon oben[1] vorgetragen wur-
und daher hier keine Wiederholung bedürfen. Dann
man den verticalen Mittelfaden auf ein sehr entferntes
wohlbegrenztes terrestrisches Object stellen, wobei der

1 S. Art. *Meridiankreis.*

untere Horizontalkreis abc abgelesen werden kann. Da
dreht man die beiden obern Kreise um die grofse Axe FQ
nau um 180 Grade, was man eben durch diesen Horizo
kreis sehn kann, und dreht auch das Fernrohr um seine
AP, so dafs das Objectiv D desselben wieder jenem terre
schen Gegenstande zugewendet wird. Trifft in dieser L
der verticale Mittelfaden dieses Object nicht wieder in d
selben Puncte, wie zuvor, so wird man den halben Fe
durch die kleine Schraube bei C verbessern, welche best
ist, diesen Faden mit seinem ganzen Netze der Ebene
Kreises zu nähern oder ihn davon zu entfernen. Eine W
derholung desselben Verfahrens wird auch hier den etwa
übrig gebliebenen Fehler bis zur Unmerklichkeit vermind

B. Beobachtungsart mit diesem Instru mente.

Es ist bereits oben gesagt worden, dafs man mit E
zweier Druckschrauben den innern Kreis an den äufsern
auch den äufsern Kreis an seine verticale Säule FQ be
gen kann und dafs das Fernrohr mit dem innern Kreise
veränderlich verbunden ist. Sind beide Druckschrauben
schlossen, so läfst sich keiner der beiden verticalen K
(oder doch nur ganz wenig durch ihre ebenfalls schon
wähnten Mikrometerschrauben) bewegen. Ist blofs die Dr
schraube des äufsern Kreises geschlossen, so läfst sich de
nere Kreis mit seinem Fernrohre bewegen. Ist endlic
Druckschraube des innern Kreises geschlossen, aber di
äufsern geöffnet, so lassen sich beide Kreise zugleich i
rer verticalen Ebene um die gemeinschaftliche Axe AB
selben drehen.

Dieses vorausgesetzt stelle man nun einen der ver
niers des innern Kreises auf irgend einen Theilstrich des
fsern, a. B. auf 0°, wodurch die drei andern sehr nah
90, 180 und 270° kommen werden. Dann befestige
durch die erste der erwähnten Druckschrauben den in
Kreis an den äufsern, bringe durch die Mikrom
schraube des innern Kreises den ersten Vernier genau
0° 0′ 0″ und lese auch genau den Stand der drei übrigen

s ab. Man öffne nun die zweite Druckschraube oder die äufsern Kreises und drehe beide Kreise zugleich um ihre icale Säule FQ so lange, bis ihre Ebene durch das zu bachtende Gestirn geht. In dieser Ebene drehe man dann der beide Kreise zugleich um ihre horizontale Axe AB, das Gestirn im Felde des Fernrohrs, nahe an dem horialen Faden desselben, erscheint. Dann schliefse man äufsern Kreis durch seine Druckschraube, bringe durch Mikrometerschraube des äufsern Kreises den Faden geauf den Stern und bemerke die Uhrzeit dieser ersten Behtung.

Da bisher der innere Kreis mit seinem Fernrohre immer dem Nullpuncte des äufsern Kreises stehn geblieben ist, at diese Beobachtung, für sich allein, keinen Werth und geht daher sogleich zu der zweiten Beobachtung über. dreht nämlich jetzt die beiden Kreise zugleich um ihre cale Säule FQ um 180 Grade, bis die Ebene dieser Kreise ler durch das Gestirn geht. In dieser Stellung des Innents löst man die erste Druckschraube (die den innern s an den äufsern bindet), und dreht diesen gelösten in- Kreis innerhalb des festen äufsern um ihre horizontale AB so lange, bis der Stern wieder nahe in der Mitte Feldes des Fernrohrs erscheint. Dann schliefst man den rn Kreis mittelst seiner Druckschraube wieder an den äu- und bringt durch die Mikrometerschraube des innern ses den Faden genau auf das Gestirn und bemerkt endwieder die Uhrzeit dieser zweiten Beobachtung. Durch Drehung des innern Kreises hat aber das Fernrohr ofar die doppelte Zenithdistanz des Gestirns durchlaufen. man daher am Ende dieser zweiten Beobachtung die Verniers wieder ab, so wird das Mittel aus den beiden sungen im Anfange und am Ende des ganzen Verfahdie gesuchte doppelte Zenithdistanz des Gestirns geben. man aber, am Ende der zweiten Beobachtung, die e Operation noch einmal in der angeführten Ordnung erholen, so wird am Ende der vierten Beobachtung das rohr sich um die vierfache Zenithdistanz des Sterns behaben oder die Differenz zwischen der ersten und letzStellung des innern Kreises wird die vierfache Zenithdi- des Sterns geben, und ebenso wird man die 6-, 8-,

10..fache Zenithdistanz desselben erhalten. Dafs übrigens das Ablesen der Verniers nicht nach jeder geraden, d. h. nicht immer nach der 2., 4., 6. Beobachtung, sondern dafs dasselbe erst am Schlusse aller Beobachtungen nöthig sey, bedarf keiner weitern Erläuterung.

Aber für welchen Augenblick zwischen allen diesen Beobachtungen gilt diese 2-, 4-, 6..fache Zenithdistanz? Wenn die Höhenänderung des Gestirns während aller dieser Beobachtungen als der Zeit proportional angenommen werden kann, so kann man das Mittel aus allen Zenithdistanzen für den Augenblick gehörend ansehn, welcher zu dem Mittel aus allen Uhrzeiten der einzelnen Beobachtungen gehört. Wenn dieser Beobachtungen nur wenige, etwa blofs zwei oder drei Paare, genommen werden und wenn überdiefs die zwischen ihnen verflossene Zeit nicht zu grofs ist, also z. B. vier oder sechs Minuten nicht übersteigt, so wird man sich jene Voraussetzung bei allen Gestirnen, den Mond etwa ausgenommen, ohne merklichen Fehler erlauben können. Darf man sich aber diese Supposition nicht zugeben, so wird man jedes einzelne Beobachtungspaar auf die Mitte der Zeit aller Beobachtungen reduciren, wozu folgendes Verfahren das zweckmäfsigste ist.

Sey Z das Mittel aus allen Zenithdistanzen, deren Anzahl N seyn soll, und sey ebenso T das Mittel aus allen Uhrzeiten der einzelnen Beobachtungen, so dafs also z. B. für drei Beobachtungspaare N = 6 und Z ebenfalls der sechste Theil des von dem Fernrohre durchlaufenen Bogens ist. Bezeichnet man ferner durch p die Poldistanz des beobachteten Gestirns und durch ψ die Aequatorhöhe, welche beide Gröfsen nur beinahe bekannt zu seyn brauchen, und nennt man $\Theta, \Theta', \Theta''$.. die Differenz der Zeit T und der Uhrzeit der 1., 2., 3. Beobachtung, so suche man die Gröfse

$$\frac{2 \operatorname{Sin.}^2 \frac{\Theta}{2}}{\operatorname{Sin.} 1''} + \frac{2 \operatorname{Sin.}^2 \frac{\Theta'}{2}}{\operatorname{Sin.} 1''} + \frac{2 \operatorname{Sin.}^2 \frac{\Theta''}{2}}{\operatorname{Sin.} 1''} + \ldots,$$

die wir der Kürze wegen durch $\Sigma \frac{2 \operatorname{Sin.}^2 \frac{\Theta}{2}}{\operatorname{Sin.} 1''}$ bezeichnen wollen und die man aus den allgemein bekannten Tafeln mit den Argumenten $\Theta, \Theta', \Theta''$.. ohne alle Mühe nehmen kann.

Es sey ferner ζ die gesuchte Zenithdistanz des beobach-
Gestirns, die zu der Zeit T der Mitte aller Beobachtun-
gehört, so hat man

$$\zeta = Z + \frac{1}{N}(n - m^2 \text{ Cotg. } z) . \Sigma \frac{2 \text{ Sin.}^2 \frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. } 1''},$$

$$= \frac{\text{Sin. p Sin. } \psi}{\text{Sin. Z}} . \text{ Cos. T und } m = \frac{\text{Sin. p Sin. } \psi}{\text{Sin. Z}} . \text{ Sin. T}$$

und dieses ist der allgemeine Ausdruck, durch welchen die mit dem Multiplicationskreise beobachteten Zenithdi-
en auf die Zeit der Mitte dieser Beobachtungen reduciren

Am gewöhnlichsten macht man diese Beobachtungen in
Nähe des Meridians zu beiden Seiten desselben, und die-
nd die sogenannten *Circummeridianhöhen*, von welchen
diesem Artikel[1] bereits im Allgemeinen gesprochen wor-
t. Für sie wird der vorhergehende Ausdruck der Reduction
her. Da man nämlich hier die Reduction auf den Meridian,
aber auf die Mitte der sämmtlichen Beobachtungszei-
ornimmt, so sey Θ der Unterschied der Uhrzeit der er-
Beobachtung von der Uhrzeit der Culmination des Ge-
oder sey Θ der Stundenwinkel des Gestirns in der er-
nd ebenso Θ', Θ'', Θ'''.. in der 2., 3, 4.... Beobach-
Da nun hier die Gröſse T sehr nahe den Stundenwin-
s Sterns zur Zeit seiner Culmination bedeutet, so ist
, also auch $m = 0$ und $n = \frac{\text{Sin p Sin. } \psi}{\text{Sin. Z}}$, und man hat
wenn ζ die gesuchte mittägige Zenithdistanz des Sterns
net,

$$\zeta = Z + \frac{n}{N} . \Sigma \frac{2 \text{ Sin.}^2 \frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. } 1''},$$

eder N die Anzahl der Beobachtungen und Z das Mit-
allen beobachteten Zenithdistanzen bezeichnet.

ur in wenigen Fällen, besonders wenn man die Beob-
gen in der Zeit zu sehr ausdehnt, was aus bekannten
chen Rücksichten nie rathsam ist, wird man auch auf

---

[1] S. Bd. II. S. 112.

die nächst höhere Potenz der Gröfse Sin. $\frac{\Theta}{2}$ Rücksicht zu neh-
men haben. Um daher von diesem in der beobachtenden Astronomie sehr wichtigen Verfahren hier eine, obschon kurze, doch vollständige Anleitung zu geben, wollen wir die hier zu bemerkenden Vorschriften auf folgende Weise zusammenstellen.

Wenn man die vorige Bedeutung der Gröfsen Z, Θ, p und ψ beibehält und

$$n = \frac{\text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,\psi}{\text{Sin.}\,(p-\psi)}$$

setzt, so hat man für die auf den Meridian reducirte Zenithdistanz ζ den folgenden Ausdruck

$$\zeta = Z - \frac{n}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin.}\,1''} + \frac{n^2\text{Cotg.}(p-\psi).}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^4\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin.}\,1''}$$

und dieser Ausdruck gilt unmittelbar für Culminationen auf der Südseite des Zeniths, wo wir auch die Sonne, den Mond und alle Planeten beobachten. Auf der Nordseite aber wird man für obere Culminationen haben [1]

$$n = \frac{\text{Sin.}\,p\,\text{Sin}\,\psi}{\text{Sin.}\,(\psi-p)},$$

$$\zeta = Z - \frac{n}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin.}\,1''} + \frac{n^2\,\text{Cotg.}(\psi-p).}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^4\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin.}\,1''}$$

und endlich für untere Culminationen

$$n = \frac{\text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,\psi}{\text{Sin.}\,(p+\psi)},$$

$$\zeta = Z + \frac{n}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin.}\,1''} + \frac{n^2\,\text{Cotg.}\,(p+\psi)}{N}.\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^4\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin.}\,1''}$$

Man hat in den neuern Zeiten manchen nicht ungegründeten Zweifel gegen die früher so hoch gepriesenen Multiplicationskreise vorgebracht. Gewifs waren alle multiplicirende Instrumente zu der Zeit, als Tob. Mayer zuerst das Princip

---

1 Beispiele findet man in Bohnenberger's Anleitung zur der Polhöhe, in Littrow's Vorles. üb. Astron. Bd. I. S. 200, in monatl. Correspondenz u. s. f.

tiplication aufgestellt hatte, von entschiedenem Werthe für
damalige praktische Astronomie, besonders aus dem Grun-
weil zu jener Zeit die Theilung der astronomischen In-
nente, selbst die englischen nicht ausgenommen, noch in
iohem Grade unvollkommen war. Allein in unsern Tagen
lieses nicht mehr so und die neueren, besonders die nach
:HENBACH's Methode getheilten Instrumente erfreuen sich
ieser Beziehung einer Vollkommenheit, wie sie vor die-
grofsen Künstler kaum gehofft werden konnte. Dadurch
aber die Hauptursache, wegen welcher die Vervielfälti-
skreise eingeführt worden sind, gänzlich weg, und es ist
liefs sehr zu besorgen, dafs die vielen und oft raschen
:gungen, welche diese Kreise bei der Multiplication der
achtungen in verschiedenen ihrer Theile erleiden, Quel-
'on neuen und viel gröfsern Fehlern werden, als man von
o vollkommnen Theilung derselben erwarten kann. Da-
ɔmmt noch die Unbequemlichkeit und das Zeitraubende
lerechnung dieser Beobachtungen, die mit jener bei nicht
plicirenden Kreisen in keine Vergleichung gebracht wer-
:ann [1].

lus diesen und ähnlichen Gründen, die wir hier der
wegen übergehn, schien es uns vortheilhafter, wieder
m alten Verfahren zurückzugehn und, indem man den
n Kreis auf eine unveränderliche Weise feststellt oder
:iner verticalen Säule FQ verbindet, auf jene Multipli-
en, in dem bisher gebrauchten Sinne dieses Ausdrucks,
:u verzichten. Die englischen Künstler haben nur sehr
: eigentliche Multiplicationskreise gemacht, da sie bei den
omen dieses Volkes nie in Aufnahme gekommen sind.
besitzen sie eine grofse Anzahl anderer nicht multipli-
:r Höhen- und Azimuthalkreise, die zwar in mehrern
n eine andere Construction haben, als der in unserer
ung nach REICHENBACH's Einrichtung vorgestellte, die
n Wesentlichen doch mit diesem übereinkommen, wenn
ur dem Reichenbach'schen Instrumente die Beweglich-

Man sehe darüber einen Aufsatz in den ersten Blättern der
Nachr. von SCHUMACHER und die Ansicht eines der gröfsten
ien Künstler in dem ersten Theile der Mem. der astron. Ges.
lon.

keit des äufsern Kreises nimmt, was schon dadurch gesch
kann, dafs man die oben erwähnte Druckschraube, we
diesen äufsern Kreis mit der Säule FQ verbindet, nicht
während der Beobachtungen auflöst, was noch sicherer d
zweckmäfsige Klemmen geschehn wird, durch welche man d
sen äufsern Kreis mit seiner verticalen Säule unveränd
verbindet, und am sichersten endlich, wenn die Künstler s
bei ihren künftigen Constructionen dieser Instrumente, d
äufsern Kreise für immer fest an ihre Säule stellen, wod
auch die Kosten dieser Instrumente bedeutend vermindert w
den müssen.

Es ist demnach noch übrig, zu sehn, wie man mit
chen Instrumenten, die nicht mehr multipliciren oder bei
chen der äufsere Kreis nicht mehr um seine Axe AB ged
werden kann, beobachten soll.

Was zuvörderst die Rectification eines solchen Kreises
trifft, so ist sie ganz dieselbe mit jener des Multiplica
kreises. Man wird nämlich die oben unter I, II und III
wähnten Fehler des Instruments durch die dort angegebenen m
chanischen Mittel wegzubringen oder vielmehr so viel als m
lich zu verkleinern suchen. Von den noch übrig bleiben
Fehlern kann dann bei den Beobachtungen auf folgende W
Rechnung geführt werden.

Zu 1) Bemerkt man eine kleine Verstellung der Säule
durch Hülfe einer eigenen Libelle, die bei uu auf dem W
fel QB parallel mit der Ebene der beiden Kreise aufgestellt is
sey in beiden Lagen des Instruments (wo nämlich die b
Kreise östlich oder westlich von der Säule FQ stehn) a
Zahl des bei dem Beobachter stehenden und b die Zahl
bei dem Gestirne stehenden Endpunctes der Blase. Für
zweite, dritte .... Beobachtung nenne man diese Zahlen a
a″, b″ u. s. w., so hat man, wenn k den Werth eines Th
strichs der Libelle bezeichnet, für die gesuchte Correction
beobachteten Zenithdistanz

$$\frac{k}{2N}\left[(a+a'+a''+..)-(b+b'+b''+..)\right],$$

wo N die Anzahl der Beobachtungen ist und wo diese C
rection mit ihrem Zeichen an der beobachteten Zenithd
angebracht wird. Wenn man auch den äufsern Kreis se
mit einer solchen fixen Libelle versehn würde, die

en in der Mitte seiner Speichen angebracht werden könnte,
vürde man auch von den kleinen Variationen Rechnung
ɜn können, denen die Lage dieses Kreises noch unterwor-
seyn mag. Die Brauchbarkeit des Instruments würde ohne
ifel dadurch sehr gewinnen.

Zu 2) Der Fehler des Parallelismus der Ebene der Kreise
ihrer Säule FQ kann bei der Einrichtung dieser Kreise
t gut ganz weggebracht werden. Es ist daher genug, ihn
so viel als möglich zu verkleinern. Da er nämlich, wegen
sehr starken Schrauben, die auf die horizontale Axe AB der
ise wirken, der Erfahrung gemäfs oft viele Monate lang voll-
men constant bleibt, so ist es vortheilhafter, denselben, wenn
inmal durch das oben angeführte Verfahren klein genug
acht worden ist, mittelst derselben Hänglibelle auf das ge-
ste zu bestimmen, wodurch man demnach die Neigung n
Kreisebene gegen die verticale Säule erhält. Ist dann z
an dem Instrumente abgelesene und z′ die wahre Zenithdi-
z des Sterns, so hat man

$$\text{Cos.}\, z' = \text{Cos.}\, n \;\text{Cos.}\, z$$

$$z' - z = \tfrac{1}{2} n^2 \;\text{Cotg.}\, z . \text{Sin.}\, 1'',$$

Correction, die besonders bei solchen Sternen öfter be-
sichtigt werden sollte, die in der Nähe des Zeniths beob-
et werden.

Zu 3) Auch der Fehler der optischen Axe läfst sich ganz
dieselbe Weise berücksichtigen. Hat man durch das oben
Art. *Meridiankreis* angeführte Verfahren, nämlich durch
Beobachtung eines Circumpolarsterns an demselben Seiten-
n des Instruments mit umgewendeter Lage des letztern,
Neigung m der optischen Axe gegen die Ebene der bei-
Kreise oder gegen die Säule FQ gefunden, so ist wie-
, wenn z die beobachtete und z′ die wahre Zenithdistanz
eichnet,

$$z' - z = \tfrac{1}{2} m^2 \,\text{Cotg.}\, z . \text{Sin.}\, 1''.$$

nn man von der unveränderlichen Lage des äufsern Krei-
durch eine bestimmte Periode von mehrern Tagen oder
st Monaten überzeugt ist oder, was noch besser, wenn
ı die kleinen Variationen, welche in dieser Lage vorkom-
ı können, durch die erwähnte, an diesem Kreise befestigte
elle für jeden Augenblick kennt, so wird man, ehe man

zu den eigentlichen Beobachtungen an diesem Instrum übergeht, vorerst entweder den Polpunct oder den Zenit punct des äufsern Kreises bestimmen. Jenen erhält man d Beobachtungen der Circumpolarsterne in ihrer obern und u tern Culmination und diesen durch Beobachtung dessel Sterns mit umgewendetem Instrumente, wobei die beiden K in der ersten Beobachtung auf der einen und in der zw Beobachtung auf der entgegengesetzten Seite der verti Säule F Q stehn. Da dieses Verfahren ganz dasselbe ist, ches wir schon oben[1] auseinander gesetzt haben, so k es hier ganz übergangen werden. Indefs giebt die leichte weglichkeit des gegenwärtigen Kreises im Azimuth ein a res treffliches Mittel an die Hand, den Zenithpunct de jeden Augenblick ohne Mühe und mit der gröfsten Schä bestimmen, daher wir dasselbe hier um so weniger überg wollen, als es öfter auch selbst bei Meridiankreisen und g vorzüglich auch bei solchen Kreisen angewendet werden wie z. B. der grofse und vortreffliche Kreis ist, den Ra für die Sternwarte in Palermo verfertigt und welcher der Hand des berühmten Piazzi so reiche Früchte g gen hat.

Zu dieser Bestimmung des Zenithpunctes wird man einen Fixstern, am besten einen dem Pole nähern, u telbar nach einander in den beiden Lagen des Kreises b achten. Ist dann dt die gegebene halbe Zwischenzeit zwei Beobachtungen und dz die gesuchte Aenderung der nithdistanz in dieser Zeit dt, so hat man, wenn p und z die und Zenithdistanz des Sterns und ψ die Aequatorhöhe des Be achtungsortes, so wie t den Stundenwinkel des Sterns bezeich

$$dz = 900 \frac{\text{Sin. } p \text{ Sin. } \psi}{\text{Sin. } z} \text{. Sin. } t \text{ . } dt,$$

wo dt in Zeitminuten und dz in Raumsecunden ausged ist. Dieser Werth von dz, an die beiden beobachteten nithdistanzen mit verkehrtem Zeichen angebracht, giebt gleichzeitige Zenithdistanzen, deren halbe Differenz daher gesuchte Collimationsfehler des Kreises seyn wird. Um d sehr nützliche und anwendbare Verfahren durch ein Beis zu erläutern, so wurden am 22. August 1821 zu Wien

1 S. Art. *Meridiankreis.*

n solchen Kreise folgende Zenithdistanzen des Polarsterns achtet.

	Sternzeit	. . .	Beob. Zenithdistanz
Kreis Ost . . .	18h 57′ 11″,2	. . .	40° 0′ 39″,0
	58 1,3	. . .	40 0 17,0
	58 48,5	. . .	39 59 54,5
Kreis West . . .	19 1 23,9	. . .	43 34 23,0
	2 31,1	. . .	43 33 52,0
	3 20,3	. . .	43 33 30,0

ı man alle Beobachtungen auf das Mittel $T = 19^h\,0'\,12'',7$ echs Beobachtungszeiten reducirt, so ist

	T =	19h	0′	12″,7
scheinb. Rectasc. . . .		0	57	38,5
Stundenwinkel	t =	18	2	34,2

a $p = 1°\,38'$ und $\psi = 41°\,47'\,25''$ ist, so hat man für enderung der Zenithdistanz des Polarsterns in diesem seines Parallelkreises während einer Zeitminute,

$$dz = 900\,\frac{\text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,\psi}{\text{Sin.}\,z}\,\text{Sin.}\,t = -\,25'',6.$$

fferenz der ersten Beobachtungszeit von dem Mittel T aller ist aber $0^h\,3'\,1'',5$ oder $3',025$, und da $3',025\,dz = -77'',4$ hat man

beob. Zenithdist. . .	40°	0′	39″,0
		1	17,4
	39	59	21,6

Zenithdistanz, welche man zur Zeit T beobachtet haürde. Behandelt man ebenso alle sechs Beobachtungen, ilt man folgende sechs Zenithdistanzen, die alle für die gelten:

Ost . . . 39° 59′ 21″,6; 20,9; 18,6 — im Mittel $39°\,59'\,20'',37 = z$

West . . . 43° 34′ 53″,4; 51,1; 50,0 — im Mittel $43°\,34'\,51'',50 = z'$,

n giebt die halbe Summe dieser beiden Mittel für die eit T

die wahre Zenithdistanz des Sterns .... $\frac{z'+z}{2} = 41° 47' 5'',9$[illegible]
und die halbe Differenz giebt den gesuchten Collimations-
fehler $\frac{z'-z}{2} = 1° 47' 45'',565$, wodurch also auch der Zenith-
punct des Kreises bestimmt ist. Man sieht, dafs man die
übrigens kleinen Rechnungen noch sehr abkürzen kann, wenn
man für den Polarstern eine kleine Tafel entwirft, welche die
Aenderung dz der Zenithdistanz desselben für eine Zeitminute
mit dem bloſsen Argumente des Stundenwinkels t giebt, in
welcher Tafel auch zugleich auf die kleinen Aenderungen
Rücksicht genommen werden kann, die p durch die Präces-
sion in der Folge von mehrern Jahren erhält.

L.

Multiplicator.

Galvanoskop, Galvanometer; *Multipli-
cateur*; Multiplicator.

Wegen der geringen Spannung der Galvanischen Elektri-
cität oder der Elektricität der Volta'schen Ketten dienten an-
fangs vorzugsweise und bei sehr schwachen Strömen aus-
schliefslich präparirte Froschschenkel zur Prüfung des Vorhan-
denseyns solcher Contact-Elektricität, gegenwärtig aber be-
dient man sich derselben kaum noch, dagegen so häufig der
elektromagnetischen Multiplicatoren, dafs diese bereits mehr-
mals erwähnt werden mufsten[1]. Es schien daher überflüssig,
einen besondern Artikel *Galvanometer* aufzunehmen, vielmehr
wurde bei diesem auf den Artikel *Multiplicator* verwiesen,
obgleich auch dieser letztere Apparat zuweilen *Galvanoskop*
oder *Galvanometer* genannt wird[2]. Auf welche Weise

---

1 Unter andern im Art. *Elektromagnetismus*. Bd. III. S. 5[illegible] *Gal-
vanismus*. Bd. IV. S. 599. u. a. a. O.

2 Dr. Neeff bemerkt, der Name *Multiplicator* passe nicht auf
den Fechner'schen Apparat, welcher nur aus einer Windung besteht,
und doch in die Classe dieser Instrumente gehört. Der sprachwidrig
gebildete und unpassende Name *Galvanometer* sollte ganz verbannt
werden, da man auch reibungselektrische, thermoel., magnet[illegible]

arirte Froschschenkel hierzu benutzt, ist bereits erläutert len[1], und es genügt daher hier nur die Construction des :romagnetischen Multiplicators näher zu beschreiben.

Der elektromagnetische Multiplicator wurde von SCHWEIG-[2] unmittelbar nach der Bekanntwerdung von OERSTED's st wichtiger Entdeckung erfunden, und obgleich das Prin- worauf derselbe beruht, bereits[3] erläutert werden mufste, ıöge es doch hier der Vollständigkeit wegen abermals kurz geben werden. Nach dem Oersted'schen Fundamental- ıche weicht die Nordspitze der Magnetnadel, wenn diese unter dem Leiter der Elektricität (dem *Rheophore*) be- t, beider Axen zu einander parallel und den Strom der iven Elektricität in der Richtung von Nord nach Süd ge- t, östlich ab. Hierbei wird der Südpol der Nadel nicht :ksichtigt, weil die Erfahrung ergeben hat, dafs die Wir- des Rheophors auf diesen die entgegengesetzte derjenigen die auf die Nordspitze ausgeübt wird, und dafs also die ıgte Bewegung der Nadel als die Resultante zweier ihre :gengesetzten Enden nach entgegengesetzten Seiten trei- en Kräfte betrachtet werden könnte, statt dafs man sie der emlichkeit und Kürze wegen als eine einzige Kraft be- tet, die nur auf das eine Ende der Magnetnadel wirkt. der Bequemlichkeit und anschaulicheren Einsicht der Sa- wegen setzt man für den Anfang die angegebene Rich- des + el. Stromes fest und nimmt die Nadel in ihrer na- :hen Lage an, inzwischen ergiebt sich bald, dafs die be- nde Kraft, welche der Rheophor als wirklicher Magnet ıthümlicher Art ausübt, sich bei jeder Lage und Richtung ihm selbst und der Nadel äufsern müsse. Hieraus folgt zugleich, dafs die dem Cosinus des Winkels beider Axen ortional wirkende Kraft sich nicht weiter äufsern könne, is zu einer Neigung von 90 Graden, bei welchem sie ı = 0 seyn mufs, weil sie über diesen hinaus, da sie

---

ge Ströme damit mifst. NEEFF schlägt daher *Rheometer* vor, der Apparat alle Arten von elektrischen Strömen, und die Elek- ät gerade dann, wenn sie strömt, zu messen dient.

1 S. Art. *Galvanismus* Bd. IV. §. 15. S. 595.

2 Dessen Journal Th. XXXI. S. 2. Aus einer Vorlesung vom ept. 1820.

3 S. Art. *Elektromagnetismus* a. a. O.

der Richtung nach sich gleich bleibt, negativ wird. Läſst
der zum Rheophor dienende Körper über die Nadel hin,
besten beider Axen zu einander parallel angenommen,
wird durch seine magnetische Kraft die Magnetnadel seitw
getrieben, so muſs er auf die nämliche Spitze der Nadel d
gleiche Wirkung äuſsern, wenn er rückwärts umgebog
gleicher Nähe unter ihr hingeführt wird, weil dann ein
Punct seiner auf gleiche Weise magnetischen Oberfläche
nämliche Verhältniſs zu dieser Spitze kommt. Es ist überf
weil es sich von selbst ergiebt, hierbei weiter nachzuweisen,
eben das, was hinsichtlich der Nadelspitze festgesetzt word
für die ganze Länge der Nadel und die über und unter der
hinlaufenden zwei Theile des Rheophors gilt. Hieraus
also unmittelbar eine Verdoppelung der Kraft, und auf g
Weise lieſse sich eine 3-, 4-, 5-, . . . nfache Ver
rung nachweisen, wenn es möglich wäre, den Rheo
abermals umzubiegen und genau an der Stelle des ersten
zuerst über und dann unter der Nadel hinzuführen. Ob
dieses unmöglich ist und aus der nothwendig bedingten
änderung der Lage der wiederholten Windungen des
phors zur Nadel Modificationen ihrer Wirkungen erw
müssen, so übersieht man doch bald, daſs hieraus ein el
magnetischer Multiplicator in Folge der vervielfachten
kung des nämlichen Rheophors entstehn müsse.

Nach dem hier angegebenen Principe sind von Anfang
jetzt alle Multiplicatoren construirt worden und sie unters
den sich bloſs durch ihre Gröſse, die Zahl der Wind
und die Dicke des dazu verwandten Drahtes. Wollte m
nen weitern Unterschied annehmen, so könnte man
einfache und doppelte abtheilen, zu welchen letzteren d
wendung der Nobili'schen Doppelnadel führte, wie w
gleich sehn werden. Da man eine gute Fortleitung der
tricität verlangt, so wählt man für den Rheophor Metall
besten Kupfer, wegen seiner vorzüglichen Leitungsfäh
entweder als Draht oder als dünnen Blechstreifen. Na
Fig. 853. nem allgemeinen Schema ist dann ns die Magnetnadel,
negative Element der Volta'schen Kette, von welchem
gehend der Rheophor mit dem Theile 1 über der Nade
laufend, die einfache ablenkende Kraft ausübt, die dur
unter derselben hinlaufenden Theil 2 zur zweifachen,

riederkehrenden Theil 3 zur dreifachen, und somit nach
Schema zur 6fachen verstärkt wird, wenn man von dem
sse des gröfsern Abstandes der folgenden Windungen
iirt. Anfangs, als die Erfindung noch neu war, wandte
verschiedene Metalle bald als Drähte, bald als Streifen
r Bleche an, jetzt, nachdem die vorzügliche Leitungsfä-
t des Kupfers anerkannt worden ist, wählt man fast aus-
slich Drähte dieses Metalles und nur selten schmale Strei-
sselben, wenn deren Anwendung pafslicher scheint. Da
rforderlich ist, dafs die Windungen einander nicht me-
berühren, damit nicht die Elektricität von einer zur
überströme, sondern den ganzen Rheophor durchlaufe,
rzieht man den Rheophor mit einer isolirenden Substanz,
dünner Ueberzug schon hinreicht, um die Elektricität
geringer Spannung am Ueberströmen zu hindern. Die-
berziehen ist um so nöthiger, da man die einzelnen
ngen einander so nahe als möglich bringt, um die aus
fsern Entfernung entspringende Verminderung der Kraft
neiden. Als Ueberzug wählte man anfangs Siegellack,
ohl Wachs oder blofs Firnifs; allein da diese Substan-
m Biegen leicht abspringen, so nahm man bald Seide,
als Fäden oder als Band umwickelte, jetzt bedient
h fast ausschliefslich des mit Knopfseide übersponnenen
rahtes.

HWEIGGER's erste Multiplicatoren[1] bestanden aus um-
ıgenen, mit Wachs überzogenen Messingdrähten oder
m mit Seide umsponnenen Silberdrahte (sogenanntem,
h übersilbertem Kupferdrahte), welcher um ein Glas-
en oder ein hölzernes Scheibchen mehrmals umgeschlun-
, wobei die Magnetnadel an einem kleinen Stengel-
festigt, unter die obern Windungen durch einen zwi-
enselben befindlichen Zwischenraum gebracht und an
oconfaden höchst beweglich aufgehangen wurde. An-
B. RASCHIG[2], wanden den übersponnenen Draht bis
Windungen im Kreise, schoben zwischen den Win-
ein Glasröhrchen bis fast in die Mitte herab und zo-
ch die Oeffnung des letztern den Coconfaden, welcher

---

a. O. S. 2. 12 u. 35.

LXVII. 429.

die Magnetnadel trug; jedoch steht diese Kreisform der ü-
chern, einer langgestreckten Ellipse ähnlichen wegen des g-
ſsern Abstandes der Drähte nach. Eine, in gewissen Fä-
anwendbare Constructionsart des Multiplicators ist diejen-
welche v. Yelin [1] demselben gegeben hat, obgleich bei
die Drahtwindungen nur von einer Seite her auf die Magnet-
nadel wirken, wogegen man den Vortheil hat, daſs man
gend eine beliebige kleine Magnetnadel unter einer
Campane aufsetzen kann. Um ein kleines, einem doppelt
Riegelhaken gleichendes Klötzchen wird der übersponnene
Draht gegen 40- bis 50mal neben einander in einer Ebene
umgewunden, dessen beide Enden durch das Holz ge-
unten hinreichend hervorragen, um sie mit den Elementen
Volta'schen Kette in Verbindung zu bringen.

Fig. 354.

Es ist bereits bemerkt worden, daſs gegenwärtig bei
die meisten Multiplicatoren aus übersponnenem Kupferdraht ge-
macht werden, und daher pflegt man, wenn von der An-
dung eines solchen Apparates die Rede ist, nur zu bemerk-
aus wie vielen Windungen derselbe besteht und welche D-
der Draht hat; weicht er jedoch von dieser gewöhnlichen C-
struction ab, so muſs dieses ausdrücklich erwähnt we-
Hare [2] meint zwar, sein Galvanometer aus übereinander
wickelten Streifen Zinnfolie mit zwischenliegendem Papier
empfindlicher, als die Multiplicatoren von Metalldraht;
dieses beruht wohl nur auf Täuschung, da die geringe M-
von Elektricität, die bei der Anwendung feiner Multiplic-
wirksam ist, auch durch feine Drähte fortgeleitet werden k-
weswegen man bei der Anwendung von diesen den V-
der mehrern Windungen und der bessern Leitungsfähigkeit
Kupfers gewinnt. Auſserdem pflegt man nur einen ein-
Draht anzuwenden und dessen einfache Enden mit den E-
tromotoren zu verbinden, Pouillet [3] will jedoch ge-
haben, daſs es weit vortheilhafter sey, statt eines ei-
Drahtes von 300 Fuſs Länge deren 5, jeden von 60

---

1 G. LXXIII. 366.

2 Journ. of Roy. Inst. N. IV. p. 131. Aus Silliman Am.
N. XX. p. 201.

3 Élémens de Physique expérimentale et de Météorologie.
1828. T. I. p. 695.

ıge zu nehmen und die Enden aller in einen einzigen di-
'en (durch Anlöthen) zu vereinigen. Die Ursache der Ver-
ıung liegt darin, dafs der Leitungswiderstand mit der Län-
wächst, mit dem Durchmesser aber abnimmt, jedoch nicht
weit, dafs z. B. ein Draht von fünffacher Dicke auch
fünffache Spannung erhielte oder die n fache Länge eine
he Verminderung gäbe, weil sonst keine Multiplication
lich seyn würde. Ist aber der Draht von hinlänglicher
e, um die gesammte erzeugte Elektricität fortzuleiten, und
t der Multiplicator die nämliche Anzahl Windungen durch
ünf vereinten Enden, so wird auf jeden Fall der durch
Länge erzeugte Widerstand vermieden und der Apparat
eine gröfsere Empfindlichkeit zeigen, worüber jedoch
noch ausführlicher gehandelt werden soll.

Zuweilen ist es, selbst bei der Anwendung eines Multi-
ors, erforderlich, dafs die Magnetnadel in derjenigen Lage
, welche sie durch die richtende Kraft der Erde an-
t, z. B. bei den elektromagnetischen und den durch In-
n bewegten *Telegraphen;* verlangt man aber die schwäch-
lektrischen Ströme durch die Bewegungen der Magnet-
vermittelst des Multiplicators aufzufinden, so ist es bes-
wenn der erzeugte Magnetismus nicht nöthig hat, die
des tellurischen zu überwinden. Dieses kann zwar durch
andern genäherten Magnet geschehn, welcher die rich-
Kraft des tellurischen Magnetismus gerade aufhebt, am
hsten und sichersten aber wird es durch Anwendung der
'schen Doppelnadel[1] erreicht. Zu diesem Zwecke ver- Fig. 355.
man zwei möglichst gleiche Nadeln S'N', NS an einer
ıschaftlichen Axe ab so, dafs ihre Axen in einer Ebene
und ihre freundschaftlichen Pole einander gegenüber
Sind beide einander so vollkommen gleich, als geübte
er sie leicht herstellen können, und hat man sie auf
Weise magnetisch gemacht, so werden sie um so mehr
leiche magnetische Kraft haben und beibehalten, als die
ich gegenseitig binden, und da der tellurische Magne-
sie nach entgegengesetzten Seiten zu richten strebt, so
sie durch diesen in keiner Lage bleibend festgehalten,
n vielmehr in jeder willkürlichen zur Ruhe und sind

---

[1] Vergl. *Sideroskop.*

dann im strengsten Sinne *astatisch*. Gesetzt aber, es wäre auch ein kleines Uebergewicht der einen Nadel über die andere vorhanden, so ist dieses meistens so unbedeutend, daſs es füglich vernachlässigt werden kann, oder man hilft dadurch nach, daſs man eine magnetisirte feine Nähnadel mit der Spitze in die Axe ab steckt oder mit etwas Wachs daran befestigt, um durch gehörige Richtung derselben das Uebergewicht der einen Magnetnadel zu compensiren. Ist dann eine solche Nadel an einem Coconfaden aufgehangen, so genügt zur Ueberwindung ihrer Trägheit die geringste Kraft und der Apparat wird ein unbestimmbar feines Elektroskop.

Gröſsere Nadeln haben den Vortheil der stärkern magnetischen Kraft, die dann durch den erzeugten Magnetismus des Multiplicators leichter afficirt wird, wogegen sie aber durch die gröſsere zu bewegende Masse unempfindlicher werden, so daſs daher die kleinern insbesondere dann den Vorzug verdienen, wenn bloſs momentan wirkende magnetische Strömungen gemessen werden. Nobili's[1] feiner Apparat hatte zwei Nadeln von 22 Lin. Länge, 0,25 Lin. Dicke, 3 Lin. Breite in der Mitte und 5 Lin. von einander abstehend. Statt der flachen Nadeln kann man auch Stahlcylinder von etwa 0,3 Lin. Dicke anwenden, die aber nicht durchbohrt werden können, weswegen man das tragende Stäbchen von Holz, Elfenbein oder Metall, woran sie befestigt sind, durchbohrt und sie durch die Oeffnungen steckt. Bei der angegebenen Dicke, die auf 0,25 oder selbst 0,1 und noch darunter vermindert werden kann, sind sie meistens 2,5 bis 1,5 Zoll lang. Zum Aufhängen des sie tragenden Stäbchens verwendet man meistens einen Coconfaden; es würde auch der Faden einer Kreuzspinne genügen, allein ein hierzu geeigneter ist nicht allezeit zu haben und schwer zu befestigen. Am besten nimmt man die ungezwirnte Knopfmacherseide, schneidet einen Faden von mehr als genügender Länge ab, bläst das eine Ende desselben auf, bis die einzelnen Fädchen getrennt erscheinen, ergreift bei vielem Lichte eins derselben, hält es fest und schiebt die übrigen Fädchen an ihm herab, auf welche Weise man Längen von 3 und mehrern Fuſs erhalten kann. Das freie Ende

1 Schweigger's Journ. Th. XLV. S. 249. Biblioth. univ. XXIX. p. 119.

kt man durch die Oeffnung eines kleinen Häkchens von
em Silberdraht und schlingt es in einen Knoten, welches
gehöriger Geschicklichkeit ungleich leichter bewerkstelligt
l, als man sich wegen der Feinheit des Fädchens vor-
t. Alsdann macht man von dem einzelnen Fädchen durch
abschieben der übrigen ein so langes Ende frei, als man
arf, schürzt dicht hinter seinem Eintritt in den Rest der
chen einen Knoten, um die vereinten Fäden besser mani-
en und festbinden zu können, hakt das andere Ende des
bhängenden Häkchens in eine am Träger der Nadeln vor-
befestigte Schleife und hängt dann das Ganze auf die ge-
te Weise auf. Um einen so construirten Apparat an-
licher zu machen, seyen n s, n′s′ die beiden Nadeln, a b Fig. 356.
Multiplicator, dessen beide Enden z, k von Seide entblöfst
len Elektromotoren in Verbindung gesetzt werden, α das
e Häkchen mit der Schleife, in welcher es eingehakt
eine krummgebogene Metallstange oder Glasstange $\beta\gamma$ dient
Träger und diese kann oben bei β ein bloſses Häkchen
a, über welches die vereinten Fäden gezogen und mit
Wachs am untern Ende der Tragstange befestigt wer-
während das einfache Fädchen erst unterhalb dieses
hens anfängt. Am obern Ende der Tragstange kann auch
Röllchen angebracht, der Faden über dieses gezogen und
um eine drehbare Walze im Fuſsbrete gewickelt wer-
um ihn durch Umdrehn der letzteren nach Belieben zu
ngern oder zu verkürzen. Ueber dem Multiplicator wird
eine mit Kreistheilung versehene Scheibe, meistens von
m, steifem und sehr weiſsem Papiere, befestigt, über wel-
die obere Nadel sich dreht, deren Spitze zugleich als
r dient.

Aus den bekannten Gesetzen des Elektromagnetismus folgt,
die Nordspitze der Magnetnadel, wenn sie, nach den
angegebenen Bestimmungen, unterhalb des Rheophors
schwebend durch den elektrischen Strom östliche Abwei-
g erhält, oberhalb desselben westliche erhalten muſs, und
eide Bewegungen einander entgegengesetzt sind, so darf
nur oberhalb des Rheophors die Südspitze der Nadel an-
en, wenn sich die Nordspize unterhalb befindet, damit
nach der nämlichen Seite abgelenkt werden, worauf
die Verstärkung der Wirkung auf die astatische Doppel-

nadel beruht. LEBAILLIF ging jedoch noch weiter, wie POUILLET[1] beschreibt, und construirte den bereits erwähnten Multiplicator aus fünf vereinten Drähten, jeder von 60 Fuſs Länge. Nach der Zeichnung waren diese um einen hölzernen Rahmen gewunden, von den vier in einer Ebene liegenden Nadeln aber befinden sich zwei mit gleichen Polen in der Mitte, die beiden äuſsersten aber haben eine unter sich gleiche, den mittleren entgegengesetzte Richtung der Pole. Auſserdem ist die Scheibe mit der Kreistheilung über den oberen Windungen befestigt und ein an dem verticalen Träger der sämmtlichen Nadeln befestigter Zeiger giebt die Winkel der erhaltenen Abweichung an. Als eine Kleinigkeit kann noch erwähnt werden, daſs ein im Träger verschiebbarer Stift S dazu dient, die Nadel um eine Kleinigkeit höher oder niedriger zu heben. POUILLET erwähnt zwar, daſs dieser Apparat ausnehmend empfindlich sey, dennoch aber scheint die Einrichtung nicht vortheilhaft und ist auch nicht in allgemeineren Gebrauch gekommen. Allerdings gewinnt man auch die Wirkung von der untern Seite der Windungen, dagegen aber haben die vier Nadeln auch eine gröſsere Masse und die gleichnamigen, einander so nahen Pole der mittleren Nadeln wirken wechselseitig schwächend auf einander. Besser würde es seyn, eine mittlere Nadel von genau doppelter magnetischer Kraft mit zwei äuſsern zu verbinden, was jedoch nur mit Mühe erreicht wird. NOBILI[2] verwirft übrigens beide Einrichtungen, die von BECQUERELL[3] angegeben worden sind, indem er durch Versuche gefunden zu haben behauptet, daſs die Galvanometer mit vier Nadeln keineswegs empfindlicher seyen, als die mit zweien, und behauptet, daſs die zusammenhängende Länge des nicht getheilten Drahtes dem elektrischen Strome kein meſsbares Hinderniſs entgegensetze.

Wollte man vier Nadeln in Anwendung bringen, so würde dieses am besten durch die doppelt gewundenen Multiplicatoren möglich werden. Bei diesen, gleichfalls durch SCHWEIGGER[4] angegebenen, läuft der übersponnene Kupferdraht

1 A. a. O. p. 695.
2 Giornale di Fisica T. VI. Bim. V. 1825.
3 Ann. Ch. Phys. T. XXXV. p. 118.
4 Dessen Journal Th. XLV. S. 254.

nach B, C, D, E, F, G, H, dann weiter nach A zurück, Fig. 358.
die zweite Windung zu beginnen. Die beiden Magnet-
eln befinden sich zwischen den Windungen, aber man
reift bald, dafs auch oben und unten noch eine Nadel mit
egengesetzten Polen angebracht werden könnte, so dafs die-
Multiplicator im eigentlichsten Sinne mit doppelter Kraft,
ler einfache, wirken müfste, um so mehr, als die von C
F und von G nach B laufenden Windungen auf die bei-
mittlern Nadeln zugleich wirken, wodurch die aus der
ern Länge des Drahtes entstehende Schwächung sicher
hoben wird, ohne dafs es jedoch wegen des minder ge-
bestimmbaren Abstandes möglich ist, hierüber eine scharfe
nung aufzustellen.

Die Verfertigungsart der Multiplicatoren kann man sich
leicht abstrahiren, jedoch dürfte es nicht überflüssig
sie hier etwas näher zu beschreiben. Vor allen Dingen
forderlich, gut übersponnenen Kupferdraht[1] anzuwenden,
velchem die Seide nicht rauh ist, weil sonst die hervor-
nden feinen Fäserchen die Bewegung der Nadel leicht
rn. Aufserdem mufs man dahin sehn, dafs der Draht
durch einen feinen Knoten blofs zusammengeschürzt ist,
sonst die zwischenliegende Seide den Fortgang des elek-
en Stromes hindert. Trifft man solche Knötchen, so mufs
ie lösen, die Enden etwas von der Seide befreien und
r zusammenlöthen. Dieses geschieht sehr einfach, in-
nan die dicken Drähte erst etwas flach klopft, was bei
einen nicht wohl angeht, dann die äufsersten Enden mit
Messer etwas blank schabt, demnächst in einen dün-
rei von geschabtem Salmiak und Olivenöl oder in Sal-
asser taucht oder mit einem Hölzchen etwas von der
gkeit aufträgt, dann das Ende in eine Weingeistflamme
nd, sobald es heifs genug ist, mit einem kleinen Stän-
n Zinn darüber hinfährt. Es wird dann etwas Zinn
haften, worauf man es sogleich aus der Flamme zieht,

---

[1] Man nennt diesen *cuivre rouge*, kann statt dessen jedoch auch
genannten Silberdraht (übersilberten Kupferdraht) anwenden;
ist ersterer, als wohlfeiler, vorzuziehn. Er ist gegenwärtig in
rforderlichen Dicken überall leicht zu haben, namentlich in
rg bei Hartmann sel. Erben und a. a. O.

weil sonst der Ueberzug von Zinn verbrennt, da die Hi[tze]
des Drahtes nur so stark seyn darf, dafs das Zinn da[bei]
schmilzt. Haben beide Enden einen Ueberzug von Zinn [er]halten, so legt man sie auf einander, hält sie nur einen [Au]genblick in die Weingeistflamme, bis das Zinn flüssig ist, [und]
löscht dann die Flamme schnell durch Blasen aus, um die [auf]einander liegenden Drähte beim Herausziehn nicht zu [tren]nen. Ist die Löthung gut gerathen, in welchem Falle [man]
die Drähte mit einiger angemessener Gewalt nicht von ei[nan]der zu reifsen vermag, so kann man meist die blofs zu[rück]geschobene Seide von beiden Seiten wieder über die L[öth]stelle schieben, obgleich diese auch unbedeckt bleiben k[ann],
da sie durch die Seide der übrigen Lagen hinlänglich [isolirt]
wird. Ist man demnach gesichert, dafs der zu verwend[ende]
Draht ein metallisches Continuum bildet, so bedarf es f[ür]
einfachen Multiplicatoren blofs eines kleinen Bretes, w[elches]
ungefähr die Länge des Multiplicators hat und eine Dicke [von]
etwa 2 bis 3 Linien, um welches der übersponnene Dra[ht so]
oft geschlungen wird, als der Multiplicator Windungen [haben]
soll. Um zwischen den oberen Windungen die Oeffnung [zu]
erhalten, in welcher der Träger der Nadel frei schwebt, st[eckt]
man in der Mitte des Bretchens in ein hierzu gebohrtes L[och]
einen kurzen hölzernen Cylinder und windet den Dra[ht]
wechselnd auf der einen und der andern Seite desselben. [Da]
man den Draht stark anziehn mufs, damit der Multipli[cator]
flach genug werde, so ist er schwer vom Bretchen abzu[ziehn],
noch schwerer aber läfst er sich mit Seide umschlingen,
es ist daher gut, an jede der schmalen Seiten des Bre[tes]
ein kleine Leiste zu legen, deren eine man nach Been[digung]
der Windungen herauszieht, um die einzelnen Drähte [durch]
umwickelte Seidenfäden festzuhalten, worauf dann eben [die]ses Verfahren bei der andern Seite angewandt und zuletz[t der]
so fest umschlungene Multiplicator, nach Wegnahme des [höl]zernen Stäbchens, von dem Bretchen abgezogen wird. [Bei]
der Verfertigung eines doppelten Multiplicators bedient [man]
sich auf gleiche Weise zweier Bretchen, deren oberes a[uf]
hölzernen, im unteren festsitzenden Cylinder in erforder[licher]
Entfernung gesteckt wird.

Hachette's[1] Multiplicator unterscheidet sich von

1 Poggendorff Ann. XXVII. 561.

gen und ist auf ein ähnliches Princip gegründet, als wor-
das Elektrometer von Behrens und Bohnenberger be-
. Ein Metalldraht, durch welchen der elektrische Strom
nt, ertheilt dem weichen Eisen einen stärkern Magnetis-
, als er selbst hat. Ist gleich dieser Satz wohl noch nicht
eigentlich erwiesen, so unterliegt es doch keinem Zwei-
dafs man durch Vervielfältigung der Windungen zu dem
ünschten Resultate gelangen könne. Hiernach windet Ha-
rte den Leitungsdraht des elektrischen Stromes um einen
isenförmigen Draht von weichem Eisen und läfst die
nkel des letzteren auf eine Magnetnadel wirken. Pog-
dorff bemerkt mit Recht, dafs eine einfache, auf einer
ze balancirte Nadel keine so grofse Feinheit geben kön-
als eine Doppelnadel am Seidenfaden, und hiernach läfst
wohl nicht bezweifeln, dafs sich auf dem vorgeschlage-
Wege der höchste Grad von Empfindlichkeit erreichen
, wenn man diese beiden Hülfsmittel anwenden könnte,
dabei durch den Einflufs der Anziehung, welchen die
nkel des hufeisenförmigen Drahtes auf die Spitzen der
netnadeln ausüben, gehindert zu werden.

Der Multiplicator von Demonferrand, welchen v. Goe-
[1] erwähnt, zeichnet sich durch nichts bemerkenswerthes
sofern aber hier auch von Galvanometern als Mefswerk-
en der Stärke der galvanischen Elektricität die Rede ist,
das *Volta-Elektrometer* wenigstens genannt werden, um
nehr, da der berühmte Faraday [2] ihm diesen Namen ge-
n hat. Es werden damit alle diejenigen Apparate be-
net, vermittelst deren man die Stärke des elektrischen
mes aus der Menge des in einer gegebenen Zeit zerlegten
sers bestimmt.

Noch verdient hier eine Verbesserung der Multiplicatoren
ihnt zu werden, die sich bei den von Bertling zu
in für die Melloni'schen thermoelektrischen Säulen verfer-
n, bei dem später zu beschreibenden Multiplicator von
vander und bei einigen andern angebracht findet. Da
eigentlich astatischen Nadeln nicht leicht einen festen Stand

---

1 Zur Naturwissenschaft. Heft II. S. 214.

2 Dessen Abhandl. §. 565. u. 704. Poggendorff Ann. XXXIII. 316.

annehmen, ihre Axen aber für die stärkste Wirkung mit der Richtung der Multiplicatordrähte in eine verticale Ebene fallen müssen, so hält es oft schwer, sie in die gehörige Lage zu bringen, weil sie bei den Drehungen der ganzen Apparate meistens in Schwingungen gerathen. Es ist daher vortheilhaft, die Multiplicatoren auf einer im Boden des Trägers befindlichen, vermittelst eines unten angebrachten Zeigers um eine verticale Axe drehbaren Scheibe zu befestigen und sie dann in die für die Nadeln geeignetste Lage zu bringen.

Die bisher beschriebene allgemeine Construction der Multiplicatoren hat verschiedene Abänderungen erhalten, von denen ich die wesentlichsten hier angeben werde. Dahin gehört zuerst der sogenannte *Torsions-Galvanometer* von Ritchie[1]. Dieser hatte schon früher[2] einen ähnlichen, auf die Elasticität langer, dünner Glasstäbe gegründeten Apparat angegeben, hielt es jedoch für nöthig, ihn für feine Messungen noch zu vervollkommnen, allein dessen ungeachtet gehört auch der später vorgeschlagene noch zu den minder empfindlichen, wenn man ihn mit denen vergleicht, die seitdem construirt worden sind. Zum Multiplicator räth er mit Siegellack überzogenen Kupferdraht zu nehmen. Um diesen zu verfertigen, streckt man den an beiden Enden befestigten Draht, erhitzt ihn vermittelst einer Weingeistlampe und führt die Siegellackstange darüber hin, so bleibt der Ueberzug darauf sitzen. Solchen Draht soll man nach vorhergehender Erwärmung, um das Abspringen zu verhüten, in 6-, 8- bis 10fachen Windungen zu einer rectangulären Figur biegen, je nachdem man eine gröfsere Empfindlichkeit bezweckt, die obern Windungen in zwei Abtheilungen trennen, um für den durchgehenden Träger der Magnetnadel eine Oeffnung von etwa 0,3 Zoll zu erhalten, und an die beiden Enden des Drahtes ein messingenes Röhrchen von etwa 1 Zoll Länge löthen, worin sich zur Herstellung der Verbindung etwas Quecksilber befindet. Der so formirte Multiplicator, nachdem die einzelnen Drähte desselben mit einem Seidenfaden zusammengebunden sind, wird in einen Kasten mit gläsernen Wänden gesetzt, um den Ein-

---

1 Journal of the Royal Institution. N. I. p. 29. Daraus in meiner Zeitschrift Th. IX. S. 251.

2 Philos. Trans. 1830. p. 215.

Luftzuges abzuhalten. Man errichtet dann auf einem mit Fig. 359.
schrauben versehenen Fuſsbrete zwei Säulen, befestigt den
iplicator AB an der geeigneten Stelle zwischen ihnen,
indet die beiden, etwa 3 Fuſs hohen Säulen P, P' oben
h einen Querbalken und befestigt in dessen Mitte den
aden α, β. Letzterer wird erhalten, indem man ein Glas-
hen oder eine enge Thermometerröhre an der Blaslampe
inem geeigneten Faden auszieht, wie man ihn unter meh-
leicht von gehöriger Länge und Dicke erhalten wird.
en Nadeln nimmt Ritchie Nähnadeln, von denen er die
e abbricht, die Spitzen abschleift und die er nach dem
etisiren durch einen gedörrten Grashalm ab von etwa
ll Länge so steckt, daſs sie ungefähr 0,5 Zoll von ein-
abstehn. Dann wird das eine Ende des Glasfadens in
Grashalm mit Siegellack eingekittet, das andere in den
onsschlüssel des obern Querbalkens; an das untere Ende
Trägers der Nadeln wird ein einfacher Seidenfaden mit
kleinen Gewichte p befestigt und durch das kleine Loch
kleinen messingnen Winkelhakens n gezogen, um den
r der Magnetnadeln stets in der Mitte der Oeffnung zwi-
den Windungen des obern Theiles des Multiplicators zu
en. Die obere Nadel NS trägt an jedem Ende ein auf-
ktes Grashälmchen von einigen Zoll Länge, wovon das
ls Zeiger dient, um die feinsten Drehungen wahrzuneh-
das andere aber sich zwischen zwei Glasstäbchen e, e'
gt, um zu groſse Drehungen der Nadeln zu vermeiden.
der Torsionsschlüssel oben hat einen Zeiger l, welcher
iber einer getheilten Scheibe s, s' bewegt und die Dre-
n angiebt, die man dem Glasfaden ertheilt oder die er
en Drehungen angenommen hat. Ritchie erzählt viele
che, die er mit diesem Apparate angestellt hat und aus
allerdings seine Empfindlichkeit hervorgeht, doch ge-
er, daſs er noch weit empfindlicher wird, wenn man
adeln an einem Coconfaden aufhängt.

Die Boussole von Marianini[1] ist sinnreich construirt,
aber rücksichtlich der Feinheit das nicht, was man

---

[1] Wiener Zeitschrift. Th. IV. S. 42. Aus Esercitazioni scien-
e letterarie dell' Ateneo di Venezia. T. I. Vergl. Bibl. univ.
XVIII. p. 127.

durch die gewöhnlichen Windungen erreicht, in denen man eine weit gröfsere Zahl von Drähten vereinigen kann und wobei die Nadeln an einem einfachen Seidenfaden hängen. Es hat allerdings seine Richtigkeit, dafs die Drähte an Wirksamkeit verlieren, wenn ihre Axen nicht mehr mit den Nadeln in derselben verticalen Ebene liegen oder wenn die letzteren seitwärts bewegt sind. Um diesem zu begegnen und die bewegte Nadel stets unter einen andern Draht des Multiplicators zu bringen, schliefst MARIANINI den letztern in eine hölzerne, mit einer Glasscheibc bedeckte Büchse ein, statt deren man aber zur Verhütung des Verziehens eine messingne von etwa 5 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Höhe mit Stahlschrauben wählen kann[1]. In dieser Büchse befindet sich der, aus der Zeichnung kenntliche, messingne Rahmen, um welchen die in der Mitte sich kreuzenden Windungen des Multiplicators geschlungen sind. In der Mitte der Büchse auf dem Träger g h steht ein verticaler Stahlstift, auf welchem die Magnetnadel fein balancirt ruht, durch deren Hütchen ein Löchelchen gebohrt ist, um den durch ein kleines Gegengewicht balancirten Zeiger, welcher am besten aus einer langen und starken Schweinsborste verfertigt wird, durchzustecken. Dieser Zeiger reicht mit seiner Spitze bis zu dem getheilten Gradbogen, wo die Abweichungen der Nadel beobachtet und abgelesen werden. Die beiden Enden des Multiplicators, welche durch die Wandung der Boussole gehen und mit zwei Schrauben festgeklemmt sind, so wie die Stellschrauben, bedürfen keine weitere Beschreibung. Es leuchtet übrigens ein, dafs diese Boussole ungemein viel empfindlicher gemacht werden könnte, wenn man statt der einfachen Nadel die Nobili'sche Doppelnadel in Anwendung brächte und diese an einem einfachen Seidenfaden aufhinge; eine bedeutende Vermehrung der Windungen ist nicht räthlich, weil sonst in der Mitte eine zu grofse Anhäufung der Drähte entsteht.

Fig. 360.

Bei den meisten Multiplicatoren bezweckt man blofs, empfindliche Werkzeuge zum Auffinden der schwächsten elektrischen Strömungen zu haben; sie sind eigentlich nur bloſse

1 Für sehr feine Versuche mufs selbst Messing und Kupfer wegen eines möglichen schwachen Magnetismus vermieden werden.

Elektroskope, NOBILI[1] bemühte sich jedoch, sie zu Elek-
tern zu erheben und rücksichtlich ihrer Anzeigen ver-
ıbar zu machen. Weil ich jedoch zweifle, daſs dieser
k sich vollständig erreichen lassen wird, so theile ich
Beschreibung nur abgekürzt mit und ohne die Versu-
die zwar ein sehr günstiges Resultat geben, jedoch bloſs
un, daſs man durch sehr sorgfältiges Experimentiren in
That viel auszurichten vermag. Das für diesen Zweck
ruirte sogenannte *Galvanometer* besteht aus dem Fuſs-
A A mit drei Stellschrauben *v v v*, auf welchem ein ge-
ter hölzerner Rahmen T T mittelst vier Schrauben befe-
ist. Zur Abhaltung der Luft ist in dem Brete eine Fig. 361.
örmige Vertiefung eingeschnitten, in welcher der Glas-
H H H ruht, um gegen Luftströmungen zu sichern. Die
rne Säule D E mit dem Arme E F und der Vorrichtung d g zur
ıung und Vertiefung der Nadel, nebst dem Häkchen f, wor-
r einfache Seidenfaden befestigt ist, sind aus der Zeich-
deutlich. Auf dem Brete befinden sich ferner die 8 mes-
en Pflöcke I, II, III ...., um welche die Enden der
ltiplicatoren gewickelt sind, konisch und oben mit einer
efung versehn, um ein Tröpfchen Quecksilber aufzuneh-
wodurch die Verbindung zwischen den einzelnen Dräh-
ergestellt werden kann.

Bis so weit ist die Construction leicht, aber bei den übri-
Theilen wird sie schwierig, weil diese bestimmte Di-
onen haben müssen. Die Magnetnadel n s wird aus ei-
Aachener Stricknadel No. 10. genau 83,5^{mm} lang und
im Durchmesser verfertigt, und steckt in dem messing-
Cylinder p q, welcher aus zwei zusammengeschraubten
en besteht, oben den kleinen messingnen Zeiger i i trägt
m obern Ende mit einem Löchelchen versehn ist, worein
apfen 0 paſst, um mittelst desselben die Nadel am ein-
Seidenfaden zu befestigen. Die Höhe des Cylinders
gt 8^{mm}, der Durchmesser 2^{mm} und sein Gewicht mit
l und Zeiger 0,79 Gram, das Gewicht der Nadel allein
Gram und der Abstand zwischen Nadel und Zeiger 12^{mm}.

---

[1] Ann. Chim. et Phys. T. XLIII. p. 146. Wiener Zeitschrift.
III. S. 70. Poggendorff Ann. XX. 213. Aehnliche Bemühungen
BECQUERELL s. Ann. Chim. et Phys. T. XXXI. p. 371.

Da wegen der Vergleichung und Messung die Nadeln
bestimmte magnetische Kraft haben müssen, so nimmt No
50 gleiche Stahlnadeln, magnetisirt sie mit einem starken
gnete bis zur Sättigung und misst ihre Stärke, indem er
andere, vollkommen bewegliche, unter ganz gleichen
ständen ihrer Einwirkung aussetzt. Es finden sich dann
4 bis 5 darunter, deren Kraft unbedenklich als gleich
kann, auch lassen sich bis 10 gleiche erhalten, wenn
die zu starken vermittelst eines kleinen Magnets wieder
schwächt. Hat man so 14 bis 15 gleiche Nadeln erhalten,
hängt man sie auf die angegebene Weise auf, zieht sie
Grade aus dem magnetischen Meridiane ab und läfst sie
gen, wobei sie genau 33 Schwingungen in zwei Minuten
enden und um nicht mehr als höchstens eine Schwingung
dieser Zeit hiervon abweichen müssen, wenn man gen
gleichbare Resultate verlangt. Unter den sämmtlichen
wählt man diejenige zum wirklichen Gebrauche, welche
Bedingungen am vollkommensten erfüllt. Nach dieser
verfertigte Nadeln würden also bei gleich starken elektr
Strömen gleiche Abweichungen zeigen und könnten
Messung der Stärke derselben dienen, wie auch aus
lich angestellten Versuchen hervorging, wobei die
Abweichungen der Nadeln um nicht mehr als einen
Grad verschieden waren; jedoch gilt dieses nur bis
weichungen von 60 Graden und die nicht über 30 Grad
ausgehenden geben die genauesten Resultate. Aufser
Gleichheit der Nadeln müssen auch die Drähte der M
catoren und die Gröfse nebst der Anzahl der Windungen
seyn, wozu folgende genaue Dimensionen erfordert
Der Abstand der äufsern Seiten der beiden Riegel
wundenen Rahmens TT beträgt 90 Millimeter, die Bre
selben 11 und die Höhe 13 Millimeter. Ueber dem
liegen zwei 2,5 Millim. hohe Unterlagen, auf denen
mit einer Oeffnung in der Mitte zum Herablassen
und mit dem getheilten Kreise CC ruht; auch sind
terlagen etwas gewölbt, um die Multiplicatordrähte
den Seiten der Oeffnung getrennt mit einem Seiden
auf zu befestigen. Diese sind, so weit der Rahmen
nen umgeben ist, von allen 4 Multiplicatoren zusam
flochten, so wie sie aber den Rahmen verlassen, sind

nt und an den Pflöcken I, II, III . . befestigt; das Zu-
nendrehn derselben geschieht, damit keiner eine zur Ein-
tung auf die Magnetnadel günstigere Lage erhalte. Das
den 4 Drähten gewundene Seil hat 870 Millim. Länge
ist durch die Torsion um 17 mm verkürzt; vom Rah-
bis zum Pflocke hat jeder Draht noch 150 mm Länge,
ist 140 bis 150 mm lang um den Pflock gewunden, so
ein jeder ungefähr 1480 mm Länge hat. Die Dicke des
tes vor dem Ueberspinnen mit Seide beträgt genau 0,5
m., auch ist er ausgeglüht, um sich besser winden zu las-
Endlich ist noch erforderlich, dafs die gleichen Nadeln
len nach der Vorschrift verfertigten gleichen Multiplica-
mit gleicher Stärke afficirt werden. Dieses wird ohne
ierigkeit erreicht, wenn man sie durch wechselndes Er-
und Erniedrigen gerade in die Mitte des Multiplica-
ringt, dessen Einwirkung abnimmt, wenn die Nadel
nen Windung näher gebracht und dadurch gleichzeitig
er andern weiter entfernt wird, was sich ohne Aende-
der *Nadel* dadurch erreichen läfst, dafs man bei dem
hen Strome dieselbe zu derjenigen Höhe erhebt, worin
stärkste Einwirkung erhalten. Nobili hat auch auf
verschiedenen Orten ungleiche Kraft des tellurischen
ismus Rücksicht genommen, wonach die festgesetzten
wingungen in zwei Minuten nicht als ein sicheres Mafs
chen magnetischen Kraft bei den anzuwendenden Na-
enen können, und er räth daher, die ungleiche Stärke
urischen Magnetismus durch einen genäherten Magnet
pensiren, obgleich für die mittlere Zone Europa's der
ied von keinem mefsbaren Einflusse seyn würde.
lie ganze Methode übrigens fehlerfrei, so liefse sich
Iindernifs am besten beseitigen, wenn man die erfor-
n Schwingungen nach der bekannten Intensität des tel-
n Magnetismus an jedem Orte corrigirte. Da aber die
isodynamischen Linien ausgedrückte magnetische In-
nicht blofs die horizontale richtende Kraft des tellu-
Magnetismus, sondern auch die der Neigung enthält,
aus bekannten Gesetzen[1], dafs, wenn die magnetische
zu Florenz, wo die Nadel 33 Schwingungen in zwei

---

[1] *Magnetismus*. S. 1132.

Minuten macht, durch I, die Neigung aber durch i bezeich-
net wird, beide Gröſsen aber an dem andern Orte durch I′
und i′ bezeichnet werden, die erforderliche Zahl der Schwin-
gungen = n am letzteren Orte für eine Nadel von gleicher
Stärke durch die Formel

$$n = 33 \sqrt{\frac{I'}{I} \cdot \frac{\sec. i}{\sec. i'}}$$

gefunden wird, was wohl auf jeden Fall ein sichereres Verfah-
ren seyn würde, als die durch Nobili angegebene Correction
vermittelst eines genäherten Magnetes. Endlich gaben die
Multiplicatoren dadurch, daſs gleiche Ströme durch einen
mehrere derselben geleitet wurden, ein Mittel, die Stärke
Strömungen in Graden und Zahlen aufzufinden, die aber
weiter als bis 60 Grade gehn und wobei die Stärke für 1°
durch 1 ausgedrückt wird. Die hierdurch erhaltenen Ge-
zeigt die folgende Tabelle.

Tafel der Intensitäten.

1°	1,00	16°	32,18	31°	187,68	46°	604,20
2	2,00	17	36,78	32	206,87	47	645,14
3	3,00	18	41,98	33	227,06	48	688,28
4	4,00	19	47,78	34	248,15	49	733,74
5	5,20	20	54,18	35	270,55	50	781,52
6	6,40	21	61,28	36	293,96	51	831,50
7	7,80	22	69,08	37	318,48	52	886,6[illegible]
8	9,40	23	77,68	38	344,22	53	944,41
9	11,20	24	87,08	39	371,18	54	1005,[illegible]
10	13,20	25	97,67	40	399,36	55	1070,[illegible]
11	15,53	26	109,53	41	429,14	56	1139,[illegible]
12	18,19	27	122,73	42	460,52	57	1213,[illegible]
13	21,19	28	137,10	43	493,62	58	1291,0[illegible]
14	24,52	29	152,63	44	528,56	59	1373,[illegible]
15	28,18	30	169,48	45	565,34	60	14[illegible]

Bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte
Stuttgart zeigte Dr. Neeff einen von ihm construirten
nannten *allgemeinen Multiplicator* vor[1], welcher be-

1 Hr. Dr. Neeff hatte die Güte, mir die folgenden
mitzutheilen; die Zeichnung ist nach einem Exemplare des
Cabinettes gemacht.

edesmaligen Zwecke leicht und schnell angepaſst zu wer-
o daſs er für Ströme von geringer Spannung die Nadel
wenigen, aber starken Windungen umgiebt, für Ströme
eringer Quantität hingegen in sehr zahlreichen. Bekannt-
rdern Ströme von äuſserst schwacher Intensität (= Span-
, z. B. diejenigen, welche die *Seebeck'sche Thermoelek-*
t giebt, zu ihrer Versichtbarung einen sehr guten Lei-
eil die Spannung derjenige Factor ist, welcher den Lei-
iderstand überwindet. Da es an diesem hier mangelt,
f der Leiter nicht lang und nicht dünn seyn; am be-
ürde sich hierfür also der *Fechner'sche Apparat* eig-
eine breite und dicke Kupferplatte, welche nur eine
ng um die Nadel macht, wobei der Leitungswiderstand
f ein Unmerkliches verschwindet. Ströme dagegen von
t geringer Quantität, wie z. B. diejenige, welche durch
härische oder Reibungs-Elektricität hervorgebracht wer-
oder wie die, welche durch schlechte Leiter kreisen,
einen eigentlichen Multiplicator, d. h. eine Vervielfa-
durch zahlreiche, um die Nadel gehende Windungen,
dann aber nicht dick zu seyn brauchen. Wollte man
r diese verschiedenen Arten verschiedener Meſsapparate
n, so würde dieses, abgesehn von andern Uebelstän-
er Vergleichbarkeit ausgedehnter Versuche Abbruch thun,
er mäſsigen Anzahl Windungen von mittlerer Stärke
gnügen wäre aber eine halbe Maſsregel, die zu feinen
gedehnten Versuchsreihen nicht genügt.

r für diese verschiedenen Zwecke bestimmte allgemeine
icator besteht aus einem quadratischen hölzernen Ka-
B auf einem Fuſsbrete mit drei Stellschrauben *v*, *v*, *v*. Fig. 262.
ern des Kastens befinden sich zwei parallele hölzerne
, auf welche 12 Multiplicatoren so geschoben werden,
beiden mittleren 1,5 bis 2 Lin. von einander abstehn,
ich der Träger der Magnetnadeln frei dazwischen be-
önne. Die Multiplicatoren werden durch ein dünnes
bedeckt, mit einer so groſsen runden Oeffnung in
te, daſs die untere Nadel durch diese zwischen die
gen der Multiplicatoren gebracht werden kann; der
er Oeffnung ist aber mit einem metallenen Ringe ver-
welcher die Kreistheilung enthält, mittelst deren die
ler Abweichung durch die Spitze der obern Nadel ge-
l.

messen werden. Oben ist der Kasten mit einer wenig
nien eingelassenen Glasscheibe bedeckt, mit einer runden Oe
nung in der Mitte, um die Glasröhre gf darin festzuschie
ben, deren obere messingne Fassung in der Mitte mit ei
geschlitzten Röhre versehn ist, in welcher der messingne
h, der Halter des Coconfadens, woran die Magnetnadel hängt,
auf- und abwärts geschoben werden kann. Die Nadel
Nobili'sche Doppelnadel, auf einem Stifte von Kupfer
an dessen unterem, etwas verlängerten Ende eine 0,5 Zoll
0,75 Z. breite und 0,5 Lin. dicke verticale Scheibe
fenbein als Schwimmer befestigt ist, um die Oscillationen
Nadeln stationärer zu machen, wie sogleich näher beschr
werden soll. Die zwölf zu combinirenden Multiplicatoren
stehn aus 2 Lin. breiten, durch Seide isolirten und
excentrischen Ellipsen spiralförmig übereinander gewund
Streifen von Kupferblech, zwischen deren Windungen sich die
Nadel bewegt, während die andere über ihnen schwebt.
des Ende dieser, etwa 25mal über einander gewundenen
fen ist mit einem angelötheten Kupferdrahte von fast 1
im Durchmesser versehn, welche umgebogen und in Oeff
gen mit Quecksilber nach vorhergehender Amalgamirung
taucht werden. Auf dem Fufsbrete vor dem Kasten be
sich zwei Parallelepipeda von Holz ab, $\alpha\beta$, wovon das
durch das festgeschraubte Messingblech nm gegen den
gedrückt wird, das obere aber in einer Nuth auf dem
ruht, so dafs letzteres unter ersterem zur Seite geschoben
ses aber dann herabgesenkt werden kann, um die sämmtl
krummgebogenen Drähte mit einem Male aus den Oeffnungen
Quecksilber zu entfernen oder in diese herabzusenken.
gröfserer Deutlichkeit ist die Oberfläche des obern Paral
pedums oder Klötzchens mit seinen 24 Löchern I und I'
Fig. 263. II'..... besonders gezeichnet. In die Vertiefungen
III ....XII sind die krummgebogenen Kupferdrähte
welche den Anfang der Kupferstreifen der zwölf Mu
toren bilden, in die Reihe der andern I', II', III' .....
diejenigen, welche an den Enden derselben durch L
festsitzen. Die Vertiefungen werden dann durch hakenför
mig zusammengebogene kurze Kupferdrähte, wie die der
pferstreifen, nachdem ihre Enden gleichfalls amalgamirt
sind, verbunden, und je nach der Art, wie dieses geschieht

lie Wirkung des Multiplicators. Man kann nämlich bloſs
ittlern Paare VI und VII, VI' und VII' mit einander
iden, das eine Ende eines vom Elektromotor ausgehen-
)rahtes in die Vertiefung VI, das andere in VII' ein-
n, so geht der elektrische Strom durch 2mal 25 sehr
mmen leitende Windungen, ja er kann auch nur durch
l fünf und zwanzig Windungen geleitet werden; man
aber auch mehrere der Vertiefungen der ersten und
weiten Reihe und zuletzt alle mit einander verbinden,
lchem Falle der Strom durch 1-, 2-, 3-,.... 12mal 25
ungen, und zwar durch jede einzeln, gleichzeitig geleitet
Ganz anders aber ist es, wenn man I' und II, II' und
... XI' und XII durch die hufeisenförmigen Kupferdrähte
det und den einen Leiter des Elektromotors in die Ver-
; I, den zweiten in XII' einsenkt, in welchem Falle
rom durch 300 Windungen gehn muſs, wobei kaum
rähnen nöthig ist, daſs man bei dieser letzteren Art die
der zu durchströmenden Windungen immer mehr ver-
rn kann, wenn man die Enden der Leiter in einander
stehende Vertiefungen senkt, z. B. in III und IV', oder
ıan durch Eintauchen derselben in die geeigneten Ver-
;en die Richtung des Stromes sofort umkehren könne.
h findet auch noch eine gemischte Combination statt,
man je 2, 3, 4, 6 Vertiefungen auf die erste Weise
ese vereinten dann auf die zweite Weise verbindet.

ieser im Ganzen sehr sinnreich construirte Apparat scheint
vei Mängel zu haben, die sich jedoch mit Beibehaltung
uptprincips sehr leicht beseitigen lassen. Zuerst geht
r elektrische Strom unmittelbar über und unter der Axe
agnetnadel hin, und man verliert daher für den ersten
blick der zu erregenden Bewegung, insbesondere wenn
auf wenige Grade beschränkt ist, die gröſste Kraft-
ıng der Stromes; zweitens aber stehn die äuſsersten Win-
ı so weit von der Nadel ab, daſs kaum noch eine Ein-
ıg auf dieselbe statt finden kann. Besser würde es da-
n, in der Mitte nur einen, etwa 4 Lin. breiten Bügel
upferblech anzubringen und dessen obern Theil mit ei-
Lin. weiten Oeffnung in der Mitte zu durchbohren, um
räger der unteren Nadel hindurchgehn zu lassen, wobei
l eines hieran unten zu befestigenden Schwimmers auch

der untere Theil durchbohrt seyn müſste. Hierdurch dann der Fechner'sche Apparat dargestellt. Um diesen fen könnten dann rechts und links an jeder Seite Windungen eines dicken Kupferdrahtes gewunden welche mit dem Bügel vereint einen Multiplicator von 25 Windungen gäben. Neben diesen lieſsen sich der Multiplicatoren von Kupferstreifen an jeder Seite von abnehmend dünnerem Drahte und zunehmend Zahl von Windungen anbringen, um hierdurch zuletzt ner sehr bedeutenden Vervielfachung zu gelangen. man z. B. die gegenwärtige Zahl der Vertiefungen dann in der Mitte um ein Paar vermehrt werden betrüge die Zahl der Windungen der einzelnen Mu ren nach jeder Seite 1, 12, 25, 50, 100, 200, 400, sich die verschiedensten Combinationen von 1 bis sammensetzen lieſsen.

An den eben beschriebenen Multiplicator und an den von NOBILI angegebenen schlieſst sich zunä jenige, welchen NERVANDER bei der Versammlung turforscher und Aerzte zu Bonn im September 1 zeigte[1]. Er besteht aus einem mit Stellschrauben nen Fuſsbrete A A, worin seitwärts die Säule B ist, mit einer Fassung für den Arm C, die zugleich kenntliche Mechanismen bei a und a' hat, um den DD die erforderliche Drehung in der horizontalen geben. Dieses besteht aus einer inwendig geschwärz röhre, die sich in der Hülse b verschieben läſst, eine messingne Hülse hat, inwendig mit einem R Arme c und auswendig mit der kleinen Winde s, Coconfaden auf- oder abzuwickeln. Den Haupttheil parates bildet der hohle Cylinder F d e G, welcher Versuche besser von Holz, als von Messing gemacht wohl unten als auch oben mit einer Glasplatte bedeckt deren obere in der Mitte durchbohrt ist, um den T Magnetnadel hindurch zu lassen. Um diese hinein dienen die einander gegenüberstehenden Oeffnungen

Fig. 364. u. 365.

---

1 Froriep Notizen Th. XLVI. S. 103., beschrieben in et Phys. T. LV. p. 156.

en Cylinder wird der aus zwei mit Seide übersponnenen
zusammengewickelten Drähten bestehende Multiplicator
arallelen Windungen gewickelt. Man fängt hierbei in
Mitte an, läfst die Oeffnung frei, sorgt jedoch dafür, dafs
eiden Seiten derselben gleich viel Windungen kommen,
damit sich der Draht besser anlege, mufs er vor dem Um-
ıen ausgeglüht seyn, auch klebt man die gemachten, sich
der berührenden Windungen mit etwas Mastix (oder in
geist aufgelöstem Gummilack) fest, damit sie nicht ab-
n. Hat man die Windungen so weit als möglich, etwa
um 46sten Grade der Kreistheilung, bis gegen die Oeff-
n II fortgesetzt, so windet man über diese fertigen La-
vieder rückwärts, bis zum Centrum, beginnt dann eine
alige Umwickelung, setzt diese Operation so lange fort,
e verlangte Zahl der Umwindungen vollendet ist, und
an beiden Seiten neben den Oeffnungen, dreht die En-
achdem sie gehörig befestigt worden sind, von einander und
so 4 einzelne Drähte, durch welche der elektrische
geleitet werden kann. Der so verfertigte Multiplica-
rd auf einen Sockel kkk gestellt, dessen Fufs in ei-
essingnen Ringe ff durch das Fufsbret AA geht und
nselben vermittelst des Hebelarmes g um seine Axe
r ist, dessen Ende zugleich die Grade der Drehung auf
eilung des Fufsbretes angiebt. Drei Träger LLL sind
it Schrauben versehn, um die Platte mit der Kreis-
g anzudrücken. Ist die Nadel in den Cylinder durch
ffnungen II gebracht und der sie tragende Kupferdraht
die Oeffnung M in die Höhe gehoben, so schraubt
in Ende an den Träger n, wodurch die Nadel am Fa-
: herabhängend gemacht wird. Um zu bewirken, dafs
au im Centrum des Multiplicators hänge, sieht man
das Glasrohr DD herab, stellt dieses vermittelst der
ismen am Ende der Säule B und verschiebt die Platte
lange, bis die Nadel centrirt ist, worauf die Stel-
der Theile unverändert bleiben und blofs der Multi-
vermittelst des Hebelarmes g gedreht wird. Uebri-
ssen sich aus dem Verhalten des Multiplicators leicht
tel abstrahiren, durch welche man die Drähte des
ors in die Richtung des magnetischen Meridians bringt
n diesen besteht darin, dafs man den Strom der näm-

lichen Kette durch beide um einander geschlungene Dr[illegible] entgegengesetzter Richtung strömen läſst, wobei [illegible] durch Benutzung des einen und dann des andern [illegible] Drahtes die Integrität beider und dann, da beide [illegible] Wirkung gleich seyn müssen, die Lage der Windung[illegible] rallel dem magnetischen Aequator, prüfen kann, wenn [illegible] gegengesetzten Wirkungen einander aufheben und di[illegible] gnetnadel ruht, nachdem zuvor die einzelnen, in entg[illegible] setzten Richtungen durchströmten Drähte gleiche Abw[illegible] gen im entgegengesetzten Sinne gegeben haben.

Die Dimensionen des Instrumentes dürfen nich[illegible] seyn, wenn es groſse Empfindlichkeit haben soll. W[illegible] dann nicht hinlänglich kleine Theile des Kreises er[illegible] sind, so ist an dem Zeiger bei k′ eine Scheibe ang[illegible] auf deren unterem Rande an beiden Seiten sich eine T[illegible] befindet, und wenn man dann statt der Glasscheibe H [illegible] Spiegel wählt und die Scheibe schräg stellt, so fällt die T[illegible] lung auf ihrem Rande mit der des Kreises zusammen [illegible] det einen Nonius[1]. Diese Scheibe und zugleich auch [illegible] clination der Nadel kann durch die willkürlich zu [illegible] gernde Spitze K balancirt werden. Durch Drehung der [illegible] D in ihrer Hülse zuerst nach der einen und dann [illegible] entgegengesetzten Seite und der dabei gemessenen Abw[illegible] gen der Nadel läſst sich auch der Einfluſs der Tor[illegible] Fadens beseitigen, auch kann der Luftzug durch einen [illegible] kasten oder einen Glassturz abgehalten werden. Bei der [illegible] wendung dieses Multiplicators ergiebt es sich, daſs [illegible] Abweichungen bis zu 30° die Tangenten der Abweich[illegible] Nadel den wirkenden elektrischen Strömen proportion[illegible] und dieser Apparat würde also als genauer Elektrom[illegible] nen können, wenn man ein bestimmtes Maſs der Stär[illegible] nes elektrischen Stromes als Norm auffinden könnte.

Die Oscillationen der an Coconfäden oder Seidenfäden [illegible] hangenen einfachen und doppelten oder mehrfachen Magnet[illegible] sind ausnehmend störend und verlängern die Beobacht[illegible]

---

1 Um gröſsere Grade zu erhalten, könnte man auch [illegible] theilten Kreis vergröſsern und die verlängerte Spitze k als Zei[illegible] brauchen.

ine unangenehme Weise. Man kann ihnen begegnen,
man unten an den Trägern der Nadeln nach der bereits
Coulomb befolgten Methode ein kleines Scheibchen
Metall oder Elfenbein befestigt und im Wasser schwim-
läfst, in welchem Falle die Nadel auch nach starken Ab-
bungen sehr bald wieder zur Ruhe kommt.

Bei der Aufzählung der verschiedenen Multiplicatoren
auch derjenigen gedacht werden, die man anwendet, um
hes Eisen in Magnete zu verwandeln, wobei man gleich-
die Windungen des Rheophors vervielfältigt und also einen
iplicator der elektromagnetischen Kraft herstellt. Inzwischen
lieser Gegenstand schon erschöpfend behandelt worden[1],
es genügt daher hier nur denselben beiläufig zu erwäh-
, mit Hinzufügung einiger wesentlichen Erweiterungen,
he dieses Problem durch Dal Negro[2] erhalten hat.
nach ist es bei einem weichen, hufeisenförmig gebo-
n *Elektromagneten* bei gleicher Länge und Dicke des
ophors gleichgültig, ob letzterer blofs um einen oder um
rere Theile des Hufeisens gewunden worden ist; auch ergab
kein Unterschied, ob dieselbe Länge des Drahtes im
zen oder in zwei Hälften mit der nämlichen einfachen
a'schen Kette verbunden wurde. Bei Hinzufügung einer
iten, in die Zwischenräume der ersten gewundenen Spi-
stieg die Tragkraft auf $\frac{4}{3}$ und $\frac{3}{2}$, eine dritte gab jedoch
Vermehrung, bald Verminderung. Zwei Hufeisen, von
cher Biegung und gleicher Masse, mit gleich langen Dräh-
umwunden, das eine prismatisch, das andere rund, ver-
ten sich in ihrer Tragkraft wie 107 zu 1820, der erstere
elt keine gröfsere Tragkraft durch runde Windungen, der
tere verlor durch viereckige; hohle Cylinder nahmen gar
ien Magnetismus an. Drei Cylinder von gleichem Ge-
hte, deren Längen im Verhältnifs von 1:2:3 standen, er-
ten durch gleiche Rheophore Tragkräfte im Verhältnifs von
):4, so dafs also die Längen ein gewisses Maximum be-
gen. Die Politur war ohne allen Einflufs, die Näherung

---

1 S. Art. *Magnetismus*. S. 661. 701.

2 Aus Annali delle scienze del Regno Lombardo-Veneto. T. I.
Baumgartner's Zeitschr. Th. I. S. 821. Th. II. S. 91. Poggendorff
. XXIX. 470.

der Schenkel zeigte einen solchen erst, als sie unter 1 Zoll herabgekommen war. Bei gleichen Elektromotoren die Tragkraft mit dem Gewichte des Eisens, bei stärkern ben die convexen Anker einen Vorzug vor den flachen, schwächeren ist es umgekehrt; auch wird, hauptsächlich starken Elektromotoren, die Tragkraft durch stärkere vermehrt. Kupferdrähte erzeugten weit stärkere Magn eiserne, und wenn Moll[1] das Gegentheil fand, so lag ses ohne Zweifel an sonstigen Umständen, vermuthlich Isolirung, da es vortheilhaft ist, das zu magnetisirende mit Seide zu umwickeln. Uebrigens haben nicht bloß dere, sondern es hat auch Dal Negro bei diesen Versuchen die bessern Leitungsfähigkeiten des Kupfers das Eisen dargethan, so wie auch den minder bekannten wohl noch zweifelhaften Satz, daſs die Hufeisen nicht bei ersten, sondern erst bei den folgenden Magnetisirungen gröſste Tragkraft erhalten.

Bei den Multiplicatoren verdient noch ein Appa wähnt zu werden, welcher durch Sturgeon sehr sinn dem bekannten Rotationsapparate von Faraday nachge worden ist[2]. Dieser besteht aus einem runden Stabe weiche sens a a, unten in einem hölzernen Fuſse und oben i hölzerne Schale b b eingekittet. Die inwendige Seite Schüssel und des in ihr hervorragenden Stabes ist mi niſs überzogen. Ein mit Seide umsponnener oder sonst lirter Draht ist um den Eisenstab gewunden, sein oberes lirtes und amalgamirtes Ende c reicht in das Quecksilber der oberen Schale, sein unteres, auf gleiche Weise zuge tetes, trägt ein kleines hölzernes Schälchen mit Queck Im Rande des obern Gefäſses ist der rechtwinklig geb Träger eines zweiten Schälchens g mit etwas Quecksilber gebracht, aus welchem der oben amalgamirte, unten blank geschabte und umgebogene Draht f herabgeht, ein zweiter h mit seiner amalgamirten Spitze in das Q silber der Schale reichender hängt. Werden die beiden den einer einfachen Volta'schen Kette in das Quecksilber

Fig. 366.

1 Poggendorff Ann. XXIV. 636.

2 Aus Philos. Mag. and Annals. T. XI. p. 194. in Pogge Ann. XXIV. 682. Vergl. *Elektromagnetismus*. Bd. III. S. 565.

ſchen d und g gesenkt, so wird der Eisenstab zum Ma-
ı und der Draht f umkreist das Ende desselben. Die
tung dieser Umkreisung wird nur umgekehrt, wenn man
Drahte eine entgegengesetzte Umwindung giebt.

Bei der auſserordentlichen Empfindlichkeit der Multipli-
en sowohl gegen hydroelektrische als auch thermoelektri-
Ströme, die gewiſs jeden Physiker überrascht, war es
interessante Frage, ob der Apparat in dieser Beziehung
gleichfalls so äuſserst empfindlichen Froschpräparate vor-
hn sey. Nobili[1] hat die Beantwortung derselben durch
Reihe genauer Versuche unternommen, wodurch er zu
nden Resultaten gelangt ist. Für den Strom der trock-
Säule ist sowohl der Multiplicator als auch das Frosch-
rat unempfindlich. Der Strom der Maschinen-Elektrici-
welcher auf das Froschpräparat so kräftig wirkt, läſst
Iultiplicator-Nadel völlig in Ruhe, jedoch wuſste No-
daſs Colladon[2] vermittelst einer Batterie von 4000
ratzoll Belegung, indem er das eine verlängerte Ende des
plicators mit der äuſsern Belegung in Verbindung brachte
las andere der inneren näherte, eine Ablenkung der No-
hen Nadel bis 23° bewirkte und auch mit einer bloſsen
benmaschine von 5 Fuſs Durchmesser eine Abweichung
° erhielt, die bedeutend vergröſsert wurde, als er einen
plicator von 500 sehr gut isolirten Windungen anwandte.
iner Wiederholung dieser Versuche erhielt Faraday[3]
gleiche Resultate, so wie Nörremberg[4] und Andere.
die atmosphärische Elektricität wirkte auf die Multipli-
n von so zahlreichen Windungen, Peltier aber maſs
be neuerdings mit Multiplicatoren von 1000 bis 2000
ungen. Läſst man einen thermoelektrischen Strom durch
räparirten Frosch und zugleich durch den Multiplicator
n, so bleibt die Nadel des letztern in völliger Ruhe,

Biblioth. univ. T. XXXVII. p. 10. Ann. Chim. et Phys. T.
III. p. 225. Poggendorff Ann. XIV. 157.

Ann. Chim. et Phys. T. XXXIII. p. 62. Poggendorff Ann.
36. Schweigger's Journ. Bd. XLVIII. S. 285. Vergl. oben *Ma-
us.* S. 697.

Poggendorff Ann. XXIX. 284.

Wiener Zeitschrift. Th. III. S. 257.

während der Frosch in lebhafte Zuckungen geräth, und scheint daher diesem nachzustehn; allein Nobili gesteht selbst zu, dafs dieses Resultat blofs eine Folge der ten Leitung ist, indem vielmehr die geringsten thermo schen Ströme, sobald sie einen blofsen metallenen durchlaufen und also in ihrem Fortgange nicht gehinder den, eine merkliche Ablenkung der Multiplicatornadel ken. Hierfür bleibt also die Magnetnadel das empfindl Galvanometer, obgleich das Froschpräparat sich empfindl zeigt, sobald Leiter der zweiten Classe sich mit im Krei elektrischen Stromes befinden. Hiernach räth also No bei der aufserordentlichen Feinheit des Multiplicators grofsen Bequemlichkeit desselben, das Froschpräparat droelektrische Ströme noch beizubehalten, wenn es thermoelektrische so weit nachsteht, dafs es wegen Schwierigkeit im Gebrauche für ganz entbehrlich ten ist.

Nobili hat die in der oben mitgetheilten Tabelle haltenen Intensitäten empirisch gefunden und dabei gesetzt, dafs durch einen zweiten und dritten u. s. w. phor eine 2-, 3-...nfache Verstärkung der Wirkung finde. Der von ihm angegebene Multiplicator würde viele Aufgaben sehr nützlicher Apparat seyn, dürfte aussetzen, durch genaue Befolgung der aufgestellten Reg bei seiner Verfertigung ein eigentlich messendes Galvano ter zu erhalten. Es bleiben aber immer noch einige wichtige Fragen zu beantworten übrig, die zum Verständ nifs der durch die Multiplicatoren gegebenen Resultate für ihre Construction von gröfster Wichtigkeit sind, über das Verhältnifs der Ablenkungswinkel zur Stärke elektrischen Stromes und über die Zunahme der Kraft Vermehrung der Windungen mit gehöriger Rücksicht Abstand der Drähte von der Nadel. Wir haben auch über bereits treffliche Erläuterungen erhalten. Zuerst nen in dieser Hinsicht die Bemühungen von Kämtz[1] nannt zu werden. Heifst die Kraft des Erdmagnetismus die magnetische Kraft der Nadel, deren Länge = 1 m, der Winkel, um welchen sie aus dem magnetischen

1 Schweigger's Journ. Bd. XLVIII. S. 100.

ıne abgelenkt ist, c, so ist nach HANSTEEN[1] die Kraft, wo- sie in ihre Lage zurückgezogen wird,

$$Mm \, \mathrm{Sin.}\, c$$

diese mufs durch die Repulsion des Multiplicators über- ıden werden. Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden, st wenn der Multiplicator mit der Axe der Magnetnadel iner verticalen Ebene liegt oder wenn beide einen Winkel einander bilden. Es sey NS die Richtung des Rheophors nagnetischen Meridiane, ns die der seitwärts getriebenen el. Heifst dann E die magnetische Kraft, so wirkt diese er Richtung DE auf die Nadel und läfst sich in die per- iculäre DG und in GE zerfällen. Es ist dann

Fig. 367.

$$DE : DG = 1 : \mathrm{Cos.}\, EDG$$

$$E : DG = 1 : \mathrm{Cos.}\, c,$$

$$DG = E \,.\, \mathrm{Cos.}\, c\,.$$

ı diese Kraft reagirt die Nadel mit der Kraft = m, und E = Sin. c, die Stärke der Abstofsung des Rheophors dem Abstande umgekehrt proportional ist[2], so erhält den Ausdruck für die gesammte Kraft = k, womit der omagnetismus des Drahtes und der Magnetismus der Na- ıf einander wirken,

$$k = Em \,.\, \frac{\mathrm{Cos.}\, c}{\mathrm{Sin.}\, c} = Em \, \mathrm{Cot.}\, c,$$

wenn dann die Nadel in ns zum Stillstande kommt,

$$Mm \, \mathrm{Sin.}\, c = Em \, \mathrm{Cot.}\, c,$$

$$E = \frac{\mathrm{Sin.}\, c}{\mathrm{Cot.}\, c} M = E \, \mathrm{Sin.}\, c \; \mathrm{Tang.}\, c \; M \, \ldots\ldots \; A.$$

der Rheophor mit dem magnetischen Meridiane einen l KCN = d, so ist für die drei in den Zeichnungen rückten Fälle

Fig. 368. bis 370.

---

[1] Ueber den Erdmagnetismus. Th. I. S. 130.

[2] S. *Elektromagnetismus.* Bd. III. S. 521.

$$E = \text{Sin.}\,c\ \text{Tang.}(c-d)M \ldots .\ B$$
$$E = \text{Sin.}\,c\ \text{Tang.}(d-c)M \ldots .\ C$$
$$E = \text{Sin.}\,c\ \text{Tang.}(c+d)M \ldots .\ D.$$

Diese Gleichungen sind nur in dem Falle streng richtig, wenn der Rheophor und die Nadel in der nämlichen horizontalen Ebene liegen, können jedoch auch bei einem geringen Abstande beider füglich angewandt werden, insbesondere wenn es bei gleichen Abständen blofs um vergleichende Versuche zu thun ist. Will man jedoch diesen Abstand, welcher, in dem als Einheit angenommenen Mafse der Magnetnadel ausgedrückt, x heifsen möge, gleichfalls berücksichtigen, so verwandeln sich die obigen vier Formeln in folgende:

$$E = \frac{\text{Sin.}\ c}{\text{Cos.}\ c}\sqrt{(x^2+\text{Sin.}^2\,c)}\ M \ldots .\ A'$$

$$E = \frac{\text{Sin.}\,c}{\text{Cos.}(c-d)}\sqrt{(x^2+\text{Sin.}^2(c-d))}\ M \ldots .\ B'$$

$$E = \frac{\text{Sin.}\ c}{\text{Cos.}(d-c)}\sqrt{(x^2+\text{Sin.}^2(d-c))}\ M \ldots .\ C'$$

$$E = \frac{\text{Sin.}\,c}{\text{Cos.}(c+d)}\sqrt{(x^2+\text{Sin.}^2(c+d))}\ M \ldots .\ D'.$$

Kämtz benutzte diese Formeln zur Berechnung einer Reihe von Versuchen, wobei er 1, 2, 3, 4, 5, 6, 26 Windungen des Rheophors anwandte, und erhielt dadurch das wichtige Resultat, dafs die abstofsende Kraft der Zahl der Windungen direct proportional ist, wonach also der Multiplicator füglich als *Condensator* gelten kann. Inzwischen erstrecken sich diese Versuche nur bis auf 26 Windungen und auf den durch die einfache Volta'sche Kette erzeugten elektrischen Strom, nicht aber auf den der Reibungselektricität und den thermoelektrischen, was sehr leicht daraus erklärlich wird, dafs jenem Gelehrten die neueren, in diesem Gebiete gemachten Erfahrungen damals noch nicht bekannt seyn konnten. Colladon[1] fand schon bei seinen oben erwähnten Versuchen, dafs der thermoelektrische Strom, selbst bei einem

1 Schweigger's Journ. Bd. XLVIII. S. 287.

renz der Temperaturen von 1000° C., einen Multiplica-
on 500 Windungen nicht durchdrang, und dafs eine
von 24 Plattenpaaren von 0,5 Quadratfufs nur 20° Ab-
ng, also weniger, als die Elektrisirmaschine, erzeugte.
ns folgt also, dafs die Reibungselektricität durch Draht-
gar nicht oder nur unmerklich geschwächt wird, die
rom aus einer mehrgliedrigen Kette allerdings schwächen
en thermoelektrischen gänzlich vernichten.

as für die Construction der Multiplicatoren höchst wich-
erhalten der Leitungsdrähte rücksichtlich des Einflusses
änge und Dicke ist bereits[1] erörtert, auch ist oben[2]
t worden, dafs Gauss den elektrischen Strom durch
rahtlänge von 9000 Fufs geleitet hat. In der That er-
mit freudigem Erstaunen, zu sehn, wie bei den sinn-
geordneten Vorrichtungen zu Göttingen der elektrische
ms einer Kupfer- und Zinkscheibe von 1,5 Par. Zoll
esser mit zwischenliegender, durch reines Wasser be-
r Papierscheibe den kolossalen Multiplicator der Stern-
m 200 Windungen, dann die zum physikalischen Ca-
hinlaufenden und von dort zurückkehrenden Drähte,
auch den kleinern Multiplicator im physikalischen Ca-
durchläuft und die an beiden Orten eingeschlossenen
gnete ohne mefsbaren Unterschied von Zeit und Kraft
ngungen versetzt. Ebendieser Erfolg zeigt sich bei
ng der Inductions-Elektricität, die allerdings, als
Versuch sah, von zwei nach dem Augenmafse etwa
hen, 3,5 Z. breiten und 0,75 Z. dicken magnetisir-
barren genommen wurde. Ob die Inductions-Elek-
ch aus kleineren Stäben in so langen Drähten kein
findet, kann ich nicht beantworten. Hieraus geht
r, dafs für solche Drahtlängen, als man bei Multi-
anzuwenden vermag, der aus der Länge entsprin-
derstand für Hydroelektricität der einfachen Kette
nductions-Elektricität unmerkbar ist, welches Letz-
Lenz durch directe Versuche erwiesen hat[3]. Ganz

[1] lektromagnetismus. Bd. III. S. 495.
[2] lagnetismus. S: 972.
[3] lagneto-Elektricität. S. 1193.

anders aber verhält es sich mit der Thermoelektricität, wie am gehörigen Orte gezeigt werden soll.

Bei weitem die gründlichsten, für die Construction und den Gebrauch der Multiplicatoren wichtigen Untersuchungen hat G. S. Ohm angestellt, deren Resultate jedoch bereits mitgetheilt worden sind[1]. Hieraus ergiebt sich in Beziehung auf die Multiplicatoren, dafs in dem Falle, wenn der elektrische Strom der hydroelektrischen Kette durch einen vollkommenen Leiter von hinlänglichem Querschnitte geleitet wird, die durch den Widerstand der Drahtlänge erzeugte Verminderung der Wirkung auf die Magnetnadel selten und nur in denjenigen Fällen wahrnehmbar wird, wenn der Widerstand des feuchten Zwischenleiters sehr gering ist. Dieses gilt wohl um so mehr gegenwärtig, je allgemeiner man den vorzüglich leitenden Kupferdraht in Anwendung bringt. Inzwischen ist beim Gebrauche des in jeder Hinsicht so schätzbaren Multiplicators wohl zu berücksichtigen, was Fechner[2] als Resultat eigener und fremder Erfahrungen hierüber sagt und ich am besten mit dessen eigenen Worten mittheile. „Wenn man „die Absicht hat, sich viel mit galvanischen und elektrochemischen Untersuchungen zu beschäftigen, so ist es nöthig „Multiplicatoren von verschiedener Anzahl Windungen und „verschiedener Dicke des Drahtes vorräthig zu haben, da jede „Art der Kette eigentlich ihren besonders eingerichteten Multiplicator erfordert, damit sie die gröfstmögliche Wirkung „zu erkennen gebe. Es rührt dieses daher, dafs der Multiplicatordraht selbst als ein Theil in die Kette tritt und „jeder Theil der Kette die Wirksamkeit derselben gerade in „dem Verhältnisse modificirt, in dem sein, von Dimensionen „und eigenthümlicher Beschaffenheit abhängiges, Leitungsvermögen zu dem Gesammtvermögen aller Theile zusammengenommen in der Kette steht. Im Allgemeinen mufs die Zahl „der Windungen des Multiplicatordrahtes um so gröfser seyn, „je gröfser die Anzahl der Plattenpaare ist, aus denen

---

1 S. Art. *Säule*. Bd. VIII. S. 23., wo man auch die Quellen nachgewiesen findet.

2 Lehrbuch des Galvanismus und der Elektrochemie. Leipz. In: Lehrbuch der Experimentalphysik von Biot. 2te Aufl. 84. Vergl. *Säule* a. a. O.

ende Kette besteht, wenn man das Maximum der Wir-
; erlangen will, ferner je gröſser der Widerstand ist, den
llüssigen oder andern Leiter gegen den Durchgang des
mes in der Kette äuſsern. Dagegen wird es um so vor-
hafter seyn, dicke oder mehrere parallele Drähte, aber
e so groſse Anzahl von Windungen anzuwenden, wenn
es mit einfachen Ketten von verhältniſsmäſsig gut lei-
er Flüssigkeit zu thun hat. Bei groſsen Platten und stark
nder Flüssigkeit gewährt sogar ein einfacher dicker Schlie-
gsdraht eine stärkere Wirkung, als ein Multiplicator (aus
nem Drahte) von vielen Windungen."

M.

Myzogasometer

in von ZENNECK[1] angegebener pneumatischer Apparat,
ıer, für specielle Zwecke brauchbar, schwerlich allgemein
führt werden wird. Der Name dieses speciellen *Gaso-
s* ist abgeleitet von *μύζειν* saugen und seine Anwendung
t dann statt, wenn beim Experimentiren mit Gasen keine
ere pneumatische Wanne zu Gebote steht. In einfachster
ılt besteht dieses Gasometer aus einem Cylinderglase, wel- Fig. 571.
, in einen hölzernen Fuſs eingekittet, nur etwa 1,5 bis
ıll Durchmesser und 9 bis 10 Zoll Höhe hat. Dasselbe
estimmt, die erforderliche Quantität der sperrenden Flüs-
eit (Wasser oder Quecksilber) aufzunehmen, und wird zur
ichterung der Versuche ein für allemal graduirt. In die-
weiteren Cylinder wird ein kleinerer, gleichfalls graduir-
gesenkt, wobei am Rande hinlänglicher Raum bleibt, um
viermal rechtwinklig gebogene Röhre G anzubringen, de-
einer verticaler Schenkel ungefähr in der Mitte des klei-
Cylinders bis an dessen Boden reicht. Wird dann am
ern Ende gesogen, so steigt die Sperrflüssigkeit im kleinen
inder auf, bis er ganz gefüllt ist, die Flüssigkeit flieſst zu-
t in die Röhre und versperrt der äuſseren Luft den Ein-
: in den Meſscylinder. Beim Experimentiren setzt man
äuſsere Ende der Röhre G mit dem Apparate, in welchem
zu untersuchende Gas entwickelt wird, in Verbindung und

1 Baumgartner's Zeitschrift. Th. I. S. 256.

bringt es auf diese Weise in den Mefscylinder. Operi[illegible]
Quecksilber und will man dabei mit einer geringen Quant[illegible]
Flüssigkeit ausreichen, so kittet man den aufstehenden [illegible]
der Leitungsröhre in einen Cylinder von Holz, welche[illegible]
ganzen innern Raum des Mefscylinders ausfüllt, aber der[illegible]
in demselben beweglich bleibt. Endlich kann man aw[illegible]
Mefscylinder enthaltene Gasart durch die Leitungsröh[illegible]
weiterer Untersuchung wieder austreiben, allein diese[illegible]
tion ist unsicher, und der Apparat wird daher vollko[illegible]
wenn man den Boden des Mefscylinders mit einem H[illegible]
F versieht, in welches die gehörig gebogene Röhre C[illegible]
tet ist, aus welcher man die erforderliche, durch Oeff[illegible]
Hahns regulirte Quantität Gas herauslassen kann.

M.

Ende des sechsten Bandes.

Druck von C. P. Melzer in Leipzig.

Tab. XXVIII.

Fig. 249.

Ant. Karcher sc.

Tab. XXVIII.

Tab. XXIX.

Fig. 259.

Ant. Karcher sc.

Tab. XXX.

Fig. 268.

[...]9.

Fig. 270.

Fig. 272.

Fig. 275.

Ant. Karcher sc.

Tab. XXXI.

…. 282.

…. 285.

Fig. 286.

Ant. Karcher sc.

Tab. XXXII.

Fig. 289.

A B C D

Fig. 293.

C G L B

Fig. 295.

β p α C

96.

b a o

B. xl. Tab. XXXIII.

Fig. 298.

Fig. 300.

Seybert Ant. Karcher sc.

Tab. XXXIV.

K b a G F C H

F O

Fig. 304.

β a B b α

Ant. Karcher sc.

Tab. XXXV.

Fig. 309. Fig. 310.

Fig. 313.

Fig. 312.

Ant. Karcher sc.

Fig. 318.

C A B M P N D

B M D

Fig. 319.

m M m M M' a F' C F P p m''' M''' m'' A P

. 323.

R P''' P^IV A A''' A' C A^IV A'' P P' P''

P P P' O A

Seybert

Ant. Karcher sc.

Fig. 329.

Fig. 331.

Fig. 333.

Fig. 344.

Fig. 341.

Süd

Mare tranquill.

Plinius

Ost

Mare Serenit.

Nord

Seyb. Ant. Karcher sc.

Tab. XXXIX.

1 Blancanus
2 Scheiner
3 Phocylides
4 Clavius
5 Longomontan
6 Wilhelm v Hessen
7 Orontius
8 Heinsius
9 Hell
10 Pilatus
11 Sinus epidem
12 Mersenne
13 Thebit
A Alpetragius
B Guerike
C Oceanus procellar
D Riccioli
E Landsberg

F Rheticus
G Sinus æstuum
H Cavaleri
J Stadius
K Dominicus
1 Marius
2 Seleucus
3 Pytheas
4 Timocharis
5 Heraclides verus
6 Sinus roris
7 Heraclides falsus
8 Harpalus
9 Pythagoras
10 Mare frigoris

Gezeichnet und Gestochen v. Ant. Karcher

Tab. XL.

Ant. Karcher sc.

Tab. XLI.

Fig. 347.

D

E F

m

K l

n

H

I

C

A B

Ant. Karcher sc.

B

Tab. XLII.

Fig

Fig. 359.

l
s s'
x
P P'
β
a
c
N' S'
A S N B
b
n p

Fig. 358.

B A
K
S N
C H
G D
N' S'
F E
Z

v

Seybe

Ant. Karcher sc.

Fig. 371.

364.

Seybe

Ant. Karcher sc.